

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP

INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO

SENAI
SÃO PAULO

Anais do 1º Simpósio das Faculdades de Tecnologia
SENAI-SP – Informação e Conhecimento

1º Simpósio das Faculdades de Tecnologia SENAI-SP – Informação e Conhecimento

1ª edição

SENAI
SÃO PAULO

São Paulo, SP

SENAI

Departamento Regional
de São Paulo

Presidente
Paulo Skaf

Diretor Regional
Ricardo Figueiredo Terra

Gerente de Educação
João Ricardo Santa Rosa

Anais do 1º Simpósio das Faculdades de Tecnologia SENAI-SP – Informação e Conhecimento

1ª edição

São Paulo, SP

Anais do 1º Simpósio das Faculdades de Tecnologia SENAI-SP – Informação e Conhecimento

26 de novembro de 2018

REALIZAÇÃO

SENAI São Paulo
Diretoria Técnica
Faculdades de Tecnologia do SENAI-SP

COMISSÃO ORGANIZADORA

Ricardo Alexandre Carmona - Especialista em Educação Profissional
Izabel Rego de Andrade - Especialista em Educação Profissional
Elexsandra Morone Isaac de Macedo – Especialista em Educação Profissional
Renata Ponçano Alves Silva - Assistente de Apoio Técnico – Supervisão de Inovação

COMISSÃO CIENTÍFICA

João Ricardo Santa Rosa - Gerente de Educação
Osvaldo Lahoz Maia - Gerente de Inovação e de Tecnologia
Ricardo Alexandre Carmona - Especialista em Educação Profissional
Izabel Rego de Andrade - Especialista em Educação Profissional
Fabrício Ramos da Fonseca - Especialista em Educação Profissional

AVALIADORES

Aderval Ferreira de Lima Filho, Alexandre da Silva Saito, Ana Claudia Varanda Moreira, Anderson Barcelos Rocha Braga, Antonio Germano Evaristo, Antonio Paulo Rodrigues Fernandez, Artur Jesus Baena Carrillo, Carlos Aurelio Gonzales Cardozo, Catarina de Oliveira Cano, Claudio Luís Magalhães Fernandes, Cleber Balbino da Costa, Cleiton Jose Benedito, Cristhiane de Souza, Daniel Barbuto Rossato, Daniel Camusso, Daniel Otávio Tambasco Bruno, Danilo de Jesus Oliveira, Douglas da Serra Ogata, Elias Alves da Cunha, Elias Alves da Silva, Emerson Costa Santos, Enéias Nunes da Silva, Erick Toshio Yamamoto, Fabiano Caio José, Fabio Simões Teixeira, Fabrício Ramos da Fonseca, Fernando Telli Athaide, Francisco Egidio Messias, Gabriel Decieni Cavaggioni, Giselen Wittmann, Gleicy de Lima Xavier Ribeiro, Guilherme Augusto Franco de Souza, Henrique Ribeiro Paes, João Luis Sanches, Jorge Antonio Giles Ferrer, José Antônio Peixoto Cunha, José Antonio Araujo Cezario, Júlio Cesar dos Santos, Leandro Poloni Dantas, Lucia Maria Boehmer de Araujo Leite, Lucimara Aparecida Sartori Ribeiro, Luis Ramiro Bretone, Marcelo Alves Pita, Marcio Marques da Silva, Morcos Lopes Fialho, Marcus Vinicius Begossi, Mauricio Gayubas.

Simpósio das Faculdades de Tecnologia SENAI-SP – Informação e Conhecimento (1. : 2018 : São Paulo, SP)

Anais [recurso eletrônico] / 1º Simpósio das Faculdades de Tecnologia SENAI-SP − Informação e Tecnologia, 26 nov em São Paulo, São Paulo, 2018. / Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
(Org.) 787 p.

Inclui referências.

1. Tecnologia – Eventos 2. Pesquisa – Eventos 3. Ciência – Eventos 4. Indústria – Eventos I. Título

CDU 001.050(065)
001.6(082)

Os textos reunidos nesta compilação são de exclusiva responsabilidade de seus autores.

~ Apresentação

Com a missão de promover a educação profissional e tecnológica, a inovação e a transferência de tecnologias, o SENAI-SP tem contribuído de modo decisivo para elevar a competitividade da indústria brasileira. Ao longo de mais de 70 anos, esse projeto consolidou a liderança da instituição, ressaltando o seu papel de indutora do desenvolvimento industrial no país.

É sob essa perspectiva que o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – Departamento Regional de São Paulo realiza o 1º Simpósio das Faculdades de Tecnologia SENAI-SP – Informação e Conhecimento, um evento que, além de sedimentar as atividades de estudantes e docentes nos segmentos da pesquisa, do desenvolvimento e da inovação, busca, também, disseminar a produção científica multidisciplinar das faculdades do SENAI-SP junto às comunidades acadêmica e industrial.

Hoje, o SENAI-SP contribui para a formação de mais de 3.400 alunos em 13 diferentes áreas tecnológicas. Assim, o 1º Simpósio das Faculdades de Tecnologia SENAI-SP – Informação e Conhecimento reunirá a comunidade acadêmica das 16 faculdades do SENAI-SP bem como representantes da indústria que atuam na área da pesquisa. Tal aproximação, vale salientar, é vital para que o SENAI-SP conheça as necessidades da indústria nacional e possa proporcionar não somente o intercâmbio de informações científicas, mas também uma reflexão acerca das tecnologias e inovações resultantes da atuação de estudantes, docentes e pesquisadores.

Ao garantir o apoio necessário à produção científica multidisciplinar em rede, o SENAI-SP reafirma seu compromisso de estimular a formação de equipes colaborativas de pesquisa, em um momento em que a 4ª Revolução Industrial deve figurar como um norte comum a todos que veem no crescimento industrial um fator indispensável ao próprio desenvolvimento do Brasil.

SUMÁRIO

~ PAPERS

Analisador de combustível

Luciano Pedrassani, Matheus Roberto de Oliveira, Raimundo Henrique Silva Santos, Rogério Miranda Menegon, Erineu Claudemir Bellini (orientador)

p. 23

Análise da implementação do Filtro de Kalman em sistemas de lógica programável

Luiz Ricardo Bitencourt, Fernando Souza de Faria (orientador), Marcos Antônio Felizola (coorientador)

p. 30

Análise micrográfica e integridade superficial do aço ABNT SAE 1045

Vitor Gustavo Jacob, Wallyson Thomas Alves da Silva, Ricardo Favaro, Marcus Vinicius Begossi

p. 41

Análise térmica por métodos de elementos finitos em dissipadores de alumínio utilizados em luminárias LED

Rodrigo de Moraes, Bani Valério Alves Pereira (orientador)

p. 54

Aplicação do Método SIPOC para definição de indicadores no processo gráfico

Clodoaldo de Alcântara Pascoali, Catarina de Oliveira Cano

p. 80

apropriação de fragmentos das obras de arte do pintor Vincent van Gogh aplicadas na publicidade, A.

Rui Antonio Lanfredi Junior

p. 92

Automação de peças sobre injetadas com insertos metálicos utilizando máscara de robô *transfer*

Marcos Rogério Ziliani

p. 107

Automação do sistema de expedição de açúcar

Jurandir Ap. Azevedo do Nascimento, José Sérgio de Medeiros, Paulo José Rodolpho

p. 119

Avaliação do comportamento mecânico após envelhecimento em fluidos de borrachas nitrílicas

Eriane França da Silva, Leandro José dos Santos, Edilene de Cássia Dutra Nunes

p. 134

Avaliação dos desvios em uma roda dentada pela Norma DIN 3962

Paulo Cesar dos Santos, Rogismar Clebio da Silva Faneco, Wallyson Thomas Alves da Silva, Marcelo Baraldi

p. 144

balanceamento fabril como uma ferramenta importante para tornar o setor de costura das confecções eficaz, O.

Mônica Araujo Faloppa, Aparecida de Fátima Cardoso, Odair Tuono, Reginaldo da Silva, Rodrigo de Campos Lobo

p. 155

Capabilidade metrológica: comparação dos índices de capabilidade em um lote de peças de alumínio em diferentes temperaturas

Aguimar Rogerio Gomes, Wallyson Thomas Alves da Silva, Ricardo Favaro, Marcus Vinicius Begossi

p. 167

Cerveja artesanal: produção e avaliação físico-química e sensorial

Amanda Rodrigues Pinto, Mariana Lanzoni Segala, Bárbara Mesquita Dias

p. 194

Comparação do comportamento termomecânico de compósitos de PEAD aditivado com mica moscovita e com alumina triidratada

Natalia Silva Pinto, Leandro José dos Santos, Edilene de Cássia Dutra Nunes

p. 210

Comparação entre as propriedades termomecânicas de compostos de polipropileno (PP) com carvão ativado (CA) e negro de fumo (NF)

Larissa Nayara Cocharro de Brito, Leandro José dos Santos, Edilene de Cássia Dutra Nunes

p. 219

Confiabilidade metrológica: comparação entre medidas obtidas na tridimensional e um paquímetro analógico

Ricardo Luis Gozzi, Wallyson Thomas Alves da Silva, Ricardo Favaro, Marcus Vinicius Begossi

p. 228

Confiabilidade metrológica: comparação entre medidas obtidas na tridimensional e um paquímetro digital

Gabriel Ferreira Jacinto, Everaldo Marques da Silva, Wallyson Thomas Alves da Silva, Marcus Vinicius Begossi

p. 239

Desenvolvimento de objeto de aprendizagem para o ensino de redes

Bárbara Aparecida Moraes Lamazales, Daniel Otávio Tambasco Bruno, Sérgio Tadeu Bernatavicius, Elias Faustino de Sousa

p. 247

Design aerodinâmico de pás de turbinas eólicas por software CFD

Fernando Simplicio de Sousa

p. 262

Diferenças entre os resultados de medições em função do cumprimento das hastes e diâmetros das pontas apalpadoras

João Carlos Eduardo Guassi, Claudionilson Ribeiro Alves, Wallyson Thomas Alves da Silva, Marcus Vinicius Begossi

p. 272

Efeito da adição de agente compatibilizante nas propriedades mecânicas de blenda de ABS/TPU

Rodrigo Sousa Freitas, Leandro José dos Santos, Anderson Maia, Edilene de Cássia Dutra Nunes

p. 281

Enobrecimento de embalagens flexíveis: elementos de segurança para o enobrecimento das embalagens flexíveis

Fernando Duran Rosa, Jorge Alexandre de Castro

p. 289

Estudo da substituição do plastificante dioctil-adipato por plastificante acetil tributil citrato no composto de poli(cloreto de vinila)

Marcilio Florentin Guimarães, Marcos Rogério Ziliani

p. 302

Estudo do dispositivo de medição micrométrica a laser

Gustavo dos Santos Henrique, Diego Hernandes Lourenço, Wallyson Thomas Alves da Silva, Marcelo Baraldi

p. 315

Estudo sobre custos no tingimento de algodão efetuado com corantes à tina e reativos bifuncionais

Gabriela Coltre de Souza Quadrado, Katia Vanusa de Oliveira Freire, Rebeca Soares Silva, Jorge Marcos Rosa

p. 326

Gamut expandido para a impressão offset em quatro cores

Ederson Marques de Souza, Rodrigo Venturini Soares

p. 340

gerenciamento de projetos na automação industrial, O.

Wagner Pivetta Zanardo, Ariane Diniz Silva

p. 367

Gestão de pessoas e a era da Indústria 4.0

Gisele de Lima Fernandes Ribeiro

p. 379

Gestão de terceiros: análise da terceirização no novo modelo trabalhista

Aline Akemi Uehara da Conceição, José Gil Oliveira (orientador)

p. 387

Implantação do Departamento de Manutenção em uma indústria de pequeno porte

Kassia Fontes, Maik Leivan, Renato Assis, René Damaceno, Vinicio Almeida Lopes, Nelis Evangelista Luiz, Ivana Tavares, Ricardo Luiz Ciuccio, Erick Toshio Yamamoto, Gilmar Leite

p. 395

importância do indicador de OEE para identificar oportunidades de melhoria na eficiência em um equipamento pesado: um estudo de caso, A.

Mateus Marinho Da Silva, Ederson Duarte Bonfim

p. 417

Influência de diferentes tolerâncias de modelamento de superfície no fresamento de cavidades utilizando *high speed machining* em aço ABNT 1045

Reginaldo José Costa Sousa, Cleber Balbino da Costa, Roberto Giani Pattaro Junior, Wallyson Thomas Alves da Silva

p. 430

Limpeza química em "trocador de calor" de vidro

Daniel Gomes, Darlles Mendonça, Fábio Chalegre, Nelis Evangelista Luiz, Ivana Tavares, Johnny Sabino, Viniccius Neves

p. 446

Manutenção em contrato volante de climatização e refrigeração

Enilson Menezes Silva, José Gil Oliveira (orientador), Marcos Antônio Felizola (coorientador)

p. 461

mercado gráfico em disrupção, O.

Sandra Almeida Silva

p. 474

Monitoramento do consumo de energia elétrica para a eficiência energética

Dionizio Camargo Junior, Elias Felipe de Carvalho (orientador), Marcos Antônio Felizola (coorientador)

p. 486

Monitoramento WiFi para máquinas CNC

Paulo Sebastião Ladivez, Pedro Luiz Figueiredo e Silva, Victor Lucas Oikawa Garcia

p. 497

Padronização e eficiência na ficha técnica de uma confecção

Rosimeire Cosmo Brito, Dilara Rúbia Pereira, Fernanda Marinho Pereira da Silva, Alexandre de Caprio Ferreira

p. 503

Pão de forma- Análise das embalagens existentes no mercado atual sob o ponto de vista da sustentabilidade

Márcia Cristina Souza Camargo, Giselen Cristina Pascotto Wittmann

p. 516

papel do design de moda na perspectiva da quarta revolução industrial, O.

Daniele Correa Scarso, Dilara Rúbia Pereira, Fernanda Marinho Pereira da Silva, Wan Chi Ming

p. 534

Professor, o agente disruptivo?

Sandra Almeida Silva

p. 547

Reactive blue 21: estudo sobre o grau de exaustão em processo descontínuo de tingimento de algodão

Renan Santos de Oliveira, Rebeca Soares Silva, Jorge Marcos Rosa

p. 559

Robmodel: modelamento robótico

Herbert Timóteo, Cristiano Lopes do Carmo, Adriano Martins Borges, Paulo Sebastião Ladivez

p. 568

Sistema automatizado de prontuário eletrônico do paciente: aplicativo móvel para agilizar o atendimento em hospitais

Fernanda Leite Marques Xavier, Daniel Otávio Tambasco Bruno, Sérgio Tadeu Bernatavicius, Flávio da Cruz

p. 573

Sistemas de propulsão de carros elétricos

André Luis do Couto, Elias Felipe de Carvalho (orientador), Marcos Antônio Felizola (coorientador)

p. 587

Sistema G-MAC de monitoramento e atendimento de ativos

Renan da Silva Soares, Kaio Henrique Cesário de Padua, Rafael Mota de Figueiredo, Tadeu Soares Silva, Erick Toshio Yamamoto, Ricardo Hovacker Baldaconi, Nelis Evangelista Luiz

p. 597

***Swarm-bots*: integração e cooperação comportamental aplicada à robótica**

Ricardo Hovacker Baldaconi, Ricardo Corazzari dos Santos Pinheiro

p. 610

Transferência entre rede e gerador a diesel com paralelismo momentâneo

Vinicius Teixeira Moreira, Sergio Luiz Volpiano, Marcos Ribeiro de Carvalho, Paulo Sebastião Ladivez

p. 625

Tratamento térmico em material D6 a fim de se obter material endurecido

Raul Sacramento, Wallyson Thomas Alves da Silva, Ricardo Favaro, Marcus Vinicius Begossi

p. 640

Uso da metodologia AHP na avaliação de métodos para a construção da visão do produto

Julio César Legramanti Neves

p. 648

Uso de sistema integrado de gestão (ERP) em sistema de gestão da qualidade (SGQ)

Luciene Cristina Chiari Déo, Alfredo Colenci Neto, Paulo José Rodolpho

p. 668

Utilização de CBN e cerâmica na usinagem de aço endurecido para fabricação de moldes de lata de alumínio

Luis Ricardo Kenji Ganiko, Danilo de Jesus Oliveira, Innocenzo Scandiffio

p. 682

Utilização de Excel™ com IHM para monitorar o funcionamento de uma estação pneumática com fins didáticos

Alfredo de Carvalho Soares, Marco Rogério da Silva Richetto

p. 695

Utilização do Raspberry PI 3 Model B como alternativa de CPU para CLP

André Roberto da Silva, Guilherme Rissi, José Sérgio Medeiros Junior

p. 705

Um estudo sobre novas formas de usinagem de peças pequenas e complexas por completo: estudo da microusinagem com torno automático CNC de cabeçote móvel

José Barbosa da Silva Filho, Cleber Balbino da Costa, Roberto Giani Pattaro Junior, Wallyson Thomas Alves da Silva

p. 721

Validação dimensional da operação de retífica *centerless* e retífica plana por platô

Eduardo Augusto Liryo de Nóbrega, Guilherme Henrique Preterotti, João Neto Eduardo de Souza, Wallyson Thomas Alves da Silva

p. 744

Variação dos parâmetros no processo de brunimento para melhoria do estado de superfície das camisas de cilindro

Luciano Salvato Thomaz, Mariana Rodrigues Homem Clabunde, Murilo Afonso de Camargo, Régis Francisco da Cruz Silva, Talison Felipe Bruno da Silveira

p. 751

~ *BANNERS*

Analisador de combustíveis

Luciano Pedrassani, Matheus Roberto de Oliveira, Raimundo Henrique Silva Santos, Rogério Miranda Menegon

Análise estrutural de uma mesa móvel anexada a um braço articulado com trole utilizando método de elementos finitos

Éverton de Santana Néris

Análise térmica por métodos de elementos finitos em dissipadores de alumínio utilizados em luminárias LED

Bani Valério Alves Pereira (orientador), Rodrigo de Moraes

apropriação de fragmentos das obras de arte do pintor Vincent van Gogh aplicadas na publicidade, A.

Rui Antonio Lanfredi

Avaliação do comportamento mecânico após envelhecimento em fluidos de borrachas nitrílicas

Eriane França da Silva, Leandro José dos Santos, Edilene de Cássia Dutra Nunes

Avaliação dos desvios em uma roda dentada pela Norma DIN 3962

Paulo Cesar dos Santos, Rogismar Clebio da Silva Faneco, Wallyson Thomas Alves da Silva, Marcelo Baraldi

Avaliação ergonômica através do método RULA para transporte de baterias automotivas

Aleksandro Gonçalves dos Santos, Nelson W. Paschoalinoto

Capabilidade metrológica – Comparação dos índices de capabilidade em um lote de peças de alumínio em diferentes temperaturas

Aguimar Rogerio Gomes, Wallyson Thomas Alves da Silva, Ricardo Favaro, Marcus Vinicius Begossi

Caracterização do efeito memória de forma em uma liga de Cu-21Zn-6Al

Luis Fernando Fiuza Chaves, Jonatas Costa Vale, Mariana Azevedo Guimarães, Ana Gabriella Dias Silva

Comparação entre as propriedades termomecânicas de compostos de polipropileno (PP) com carvão ativado (CA) e negro de fumo (NF)

Larissa Nayara Cocharro de Brito, Leandro José dos Santos, Edilene de Cássia Dutra Nunes

Definição do ciclo de envelhecimento para o Inconel 718 em função do teor de nióbio aplicado em fixadores submarinos

Odilon de Moraes Júnior, Marcelo Lopes da Silva, Rogério Pereira de Souza

Design aerodinâmico de pás de turbinas eólicas por software CFD

Fernando Sousa

Efeito da adição de agente compatibilizante nas propriedades mecânicas de Blenda de ABS/ TPU

Leandro José dos Santos, Anderson Maia, Edilene de C. D. Nunes, Rodrigo Sousa Freitas

Estudo sobre custos no tingimento de algodão efetuado com corantes à tina e reativos bifuncionais

Katia Vanuza Oliveira Freire, Gabriela Coltrede Souza Quadrado, Rebeca Soares Silva

Gestão de pessoas e a era da Indústria 4.0

Gisele de Lima Fernandes Ribeiro

Imersão nas ferramentas em gestão de *facilities* utilizadas atualmente em um grupo econômico japonês e sua contribuição como alavancagem no mercado

Elias Ricardo Melo, José Gil Oliveira, Rudson de Lima Silva

Implantação do departamento de manutenção em uma indústria de pequeno porte

Kássia Fontes, Renato Assis, Renê Damaceno, Vinicio Almeida Lopes

Manutenção em contrato volante de climatização e refrigeração

Enilson Menezes, José Gil Oliveira

Monitoramento do consumo de energia elétrica para a eficiência energética

Dionizio Camargo Junior, Elias Felipe de Carvalho

Pão de forma: análise das embalagens existentes no mercado atual sob o ponto de vista da sustentabilidade

Márcia Cristina Souza Camargo, Giselen Cristina Pascotto Wittmann

papel do design de moda na perspectiva da quarta revolução industrial, O.

Daniele Correa Scarzo, Fernanda Marinho Pereira da Silva, Chi Ming Wan, Dilara Rubia Pereira

Pneu *tweel* (sem ar) para carrinho de mão

Douglas Prado Mendes, Daniel Camusso

Professor, o agente disruptivo?

Sandra Almeida Silva

Projeto e análise por método de elementos finitos de um dispositivo para extração de acessórios internos em tubos

Dirceu Antonio de Farias, Nelson W. Paschoalinoto

Reactive blue 21: estudo sobre o grau de exaustão em processo descontínuo de tingimento de algodão

Renan Santos Oliveira, Rebeca Soares Silva, Jorge Marcos Rosa

Sistema automatizado de prontuário eletrônico do paciente: aplicativo móvel para agilizar o atendimento em hospitais

Daniel Otávio Tambasco Bruno, Sérgio Tadeu Bernatavicius, Flávio Cruz, Fernanda Leite Marques Xavier

Sistemas de propulsão de carros elétricos

André L. Couto, Elias Felipe de Carvalho, Marcos A. Felizola

***Swarm-bots* – Integração e cooperação comportamental aplicada à robótica**

Ricardo Corazzari dos Santos Pinheiro, Ricardo Hovacker Baldaconi

ANALISADOR DE COMBUSTÍVEL

Luciano Pedrassani[1]

Matheus Roberto de Oliveira[2]

Raimundo Henrique Silva Santos[3]

Rogério Miranda Menegon[4]

Erineu Claudemir Bellini - Orientador[5]

RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar um analisador de combustível que atenda as normas da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombústiveis (ANP). O analisador desenvolvido é o protótipo de um dispositivo eletromecânico, cujo hardware é composto por circuitos amplificadores operacionais, micro controladores, sensores eletromecânicos e geradores de sinais. Os dados dos combustíveis, no ato do abastecimento simulado, serão lidos pelo sensor que ficará posicionado à aproximadamente 25 cm da entrada da tampa do tanque do automóvel. Durante o abastecimento veicular, o combustível passará pelo sensor e o aparelho fará a análise, informando se o mesmo está conforme as normas da ANP.

Segundo norma vigente da ANP, a Gasolina do tipo C deve possuir em sua composição, 27% de etanol anidro (+/- 1%). No caso do Etanol Hidratado, a composição prevê uma parcela máxima de 4,9% de água na composição final (ABNT, 5992). As informações processadas serão remetidas ao usuário através de um aplicativo de comunicação via Bluetooth e este poderá solicitar ao frentista que pare o

[1] Graduando em Tecnologia em Eletrônica Industrial pela Faculdade de Tecnologia SENAI "Anchieta".
E-mail: LP.pedrassani@gmail.com

[2] Graduado em Tecnologia em Eletrônica Industrial pela Faculdade de Tecnologia SENAI "Anchieta". Email: matheus.pro2@hotmail.com

[3] Graduando em Tecnologia em Eletrônica Industrial pela Faculdade de Tecnologia SENAI "Anchieta".
E-mail: rais3737@gmail.com

[4] Graduado em Tecnologia em Eletrônica Industrial pela Faculdade de Tecnologia SENAI "Anchieta". Email:r.menegon@hotmail.com

[5] Especialista em Engenharia Clínica pela Universidade de São Paulo – USP e Professor da Faculdade de Tecnologia SENAI "Anchieta". E-mail:erineu.bellini@sp.senai.br

abastecimento caso alguma irregularidade seja constatada. Além da análise de adulteração, o equipamento indica, também, o volume de combustível inserido nos tanques dos automóveis. Estas são as principais premissas do equipamento, não cabendo a este ser gerador de ações fiscalizadoras de forma institucional.

Palavras-chave: Analise de combustível. Eletrônica. Automação. Microcontrolador. Sensores. ANP. Fraude.

1. INTRODUÇÃO

O projeto desenvolvido tem por finalidade alertar o consumidor final relativamente à qualidade e quantidade dos combustíveis adquiridos nos postos de combustíveis. Seu uso e aplicação como equipamento fiscalizador institucional não é foco de aplicação. O propósito primordial do projeto é propiciar indicadores para que o próprio consumidor decida pela aquisição do produto no ato do abastecimento.

Levantamento de dados realizados por uma equipe de pesquisadores e técnicos certificados pela ANP (GUEDES et al, 2018), verificou que 41% dos postos comercializam gasolina adulterada e entre eles foi possível constatar postos com até 74% de EAC (Etanol Anidro Combustível) misturado à gasolina. Nesse mesmo levantamento também foram entrevistados proprietários de postos de gasolina que afirmaram estarem a mais de um ano sem receber visitas dos técnicos certificadores da ANP ou de órgãos governamentais (ABNT, 2003).

A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Bicombustíveis - ANP, é quem estabelece as especificações e a fiscalização dos combustíveis automotivos comercializados no país, e através da Portaria nº 75 de 05 de março de 2015, determina que na composição da gasolina tipo C deva-se ter 27%, +/- 1% de tolerância, de EAC e no EHC (Etanol Hidratado Combustível) deverá ser composto de 94,5% de EAC e 4,9% de teor de água, além de outras substâncias, no qual correspondem a uma pequena parcela.

Frente a estas constatações, não foi identificado no mercado atual, um produto, equipamento ou dispositivo capaz de orientar ou sinalizar o consumidor final quanto a qualquer tipo de adulteração na qualidade ou fraude no volume dos combustíveis adquiridos, forçando os compradores a pagarem por um produto, que na grande maioria das vezes, está fora dos padrões da ANP imputando, inclusive, prejuízos aos motores e consequentemente ao desempenho dos mesmos. É nesse cenário crítico

que o Analisador de Combustível se encaixa: auxiliar o consumidor a proteger-se evitando situações fraudulentas.

2. DESENVOLVIMENTO

O Analisador de Combustível apresentado na Figura 1, é um equipamento eletroeletrônico cujo hardware é composto por: amplificadores operacionais, reguladores de tensão, microcontrolador, sensor capacitivo desenvolvido pelos próprios autores do projeto, display LCD, CI Gerador de funções, modulo blue-tooth e sensor de fluxo.

O Analisador de Combustível será alimentando em 12VCC, conforme tensão de alimentação fornecida pela bateria do automóvel. As informações serão obtidas através dos sensores que ficarão instalados próximos à entrada da tampa do tanque de combustível do automóvel. Ao abastecer o veículo, o Analisador será acionado no momento em que o bico automático da bomba for acoplado à entrada do tanque de combustível. Um interruptor tipo borboleta será acionado ligado o Analisador.



Figura 1 – Analisador de Combustível

Fonte: Elaborado pelos autores

2.1. Metodologia de Medição

Quando o combustível passar pelo sensor capacitivo, ilustrado na Figura 2, o aparelho executará a análise, informando se o produto está em conformidade ou não com os padrões da ANP.



Figura 2 – Sensor Capacitivo
Fonte: Elaborado pelos autores

A metodologia de medição a ser empregada, utilizará um circuito eletrônico gerador de sinais, apresentado na Figura 3, desenvolvido neste trabalho, para essa finalidade.

Este circuito gerador de sinais aplica um sinal com tensão de 500mV e frequência de 100KHz. Este será sinal atravessará o combustível, sendo captado pelo sensor que medirá a variação dos níveis da tensão elétrica em cada abastecimento.

A variação dielétrica que ocorre entre o sensor capacitivo e os diversos combustíveis analisados, retornará ao circuito eletrônico um determinado valor de tensão. O resultado dessa medição, que é um sinal eletrônico, passa por um amplificador de sinais, este sinal eletrônico, em seguida e retificado, amplificado e entregue ao microcontrolador Atmega328P, para que este realize o tratamento de dados.

Os valores tratados são comparados com parâmetros previamente tabelados na memória interna do microcontrolador, obtidos de combustíveis cuja composições estão rigidamente em conformidade aos padrões da ANP (OGATA, 2010).

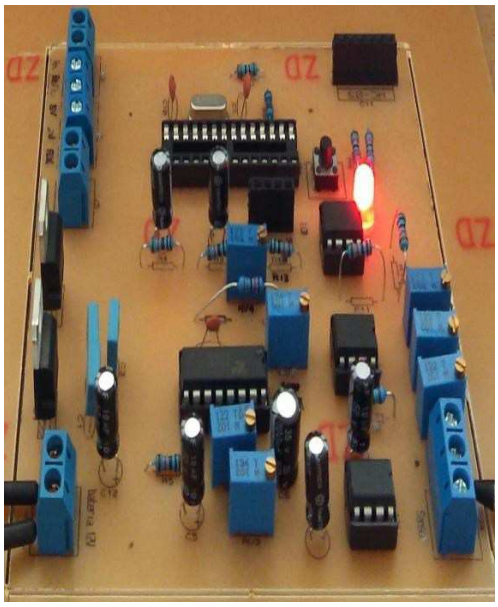


Figura 03 – Circuito Gerador de Sinais

Fonte: Elaborado pelos autores

Paralelamente, será analisado o fluxo de combustível através de um sensor de fluxo, que também se comunica eletronicamente com o micro controlador a fim de processar o resultado. Os resultados dessas análises poderão ser visualizados em display, LCD 2X16, em um smartphone (via bluetooth) ou através do kit multimídia do veículo. Nestes será informado a qualidade dos combustíveis, bem como, o volume inserido no tanque.

A transmissão via *Bluetooth* será realizado por meio do módulo HC05, modulo este, que tem como função parear o microcontrolador a algum dispositivo que tenha essa mesma tecnologia.

Para que o smartphone funcione, este deverá ter instalado um aplicativo específico para este fim. Como as informações colhidas serão demonstradas em tela de LCD do aparelho do consumidor ou smartphone ou kit multimídia, este poderá solicitar ao frentista que pare o abastecimento caso seja constatada alguma irregularidade. O projeto visa alertar o consumidor sobre a adulteração e quantidade de combustível (álcool e/ou gasolina) que está sendo abastecido em seu veículo, para que, desta forma, possa procurar outro posto que atenda as exigências da ANP.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo elaborado conforme sistema proposto apresentou uma precisão de 2%. Com essa precisão é possível detectar um índice a partir de 29% de mistura de etanol na gasolina, considerando que o índice da ANP permitido é de 27%, +/- 1% de EAC na mistura da gasolina tipo C. O índice alcançado pelo protótipo foi plenamente satisfatório, atingindo os objetivos iniciais da proposta. O sistema desenvolvido obteve indicadores eficientes, que entregará aos consumidores, em um equipamento finalizado e devidamente adaptado ao veículo, a possibilidade de terem conhecimento sobre a qualidade do combustível que estão adquirindo.

Notadamente, as soluções tecnológicas utilizadas demonstram ser viáveis, pois foi possível através da utilização do sensor capacitivo e do fluxímetro, analisar aceitavelmente os combustíveis dentro de reservatórios de menor porte, medindo sua composição e volume. Estes dois parâmetros são objetos das situações de fraudes mais comuns no fornecimento de combustíveis. Os resultados validam a possibilidade de se implementar essa técnica em veículos automotores, possibilitando atenuar as condições fraudulentas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5992.** Determinação da massa específica e do teor alcoólico no Etanol por densímetro de vidro. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13992**. Determinação de teor álcool etílico anidro Combustível (AEAC). **Origem: Projeto 09:203.01052:1997CE-09:203.01 - Comissão de Estudo de Laboratório.**

PLANALTO. **LEI no 10.203, DE 22 DE FEVEREIRO DE 2001**. Acesso em 28 de março de 2018, disponível em Redução de emissão de poluentes por veículos automotores: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/L10203.htm

OGATA, K., **Engenharia de Controle Moderno** 3ª ed. Rio de Janeiro: Pearson Prentice Hall,2010.

ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DO FILTRO DE KALMAN EM SISTEMAS DE LÓGICA PROGRAMÁVEL

Luiz Ricardo Bitencourt[1]
Fernando Souza de Faria - Orientador[2]
Marcos Antônio Felizola - Coorientador[3]

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar implementações do Filtro de Kalman (FK) em dispositivos lógicos programáveis de tecnologia FPGA (*Field-programmable gate array*). Uma vez que o algoritmo do FK está baseado na solução de sistemas lineares, envolvendo cálculos matriciais de elevado custo computacional, foram estudadas algumas metodologias para sua implementação em *hardware* dedicado, apresentando possibilidades de processamento paralelo e em tempo real. Para se conhecer as implementações possíveis são apresentadas técnicas de arquiteturas sistólicas, algoritmo de Faddeev e expansão de Taylor como possibilidades de implementação com a tecnologia FPGA.

Palavras-chave: Filtro de Kalman. Arquitetura Sistólica. Algoritmo de Faddeev. Expansão de Taylor. Lógica Programável. FPGA. VHDL.

1. INTRODUÇÃO

Na década de 1960, Rudolph Emil Kalman publicou uma solução recursiva para o problema de filtragem linear de dados discretos e, graças aos avanços tecnológicos da computação, o chamado Filtro de Kalman (FK) tem sido alvo de uma série de estudos em áreas como as de controle moderno e processamento de sinais, por exemplo, em sistemas de controle aéreos, adaptativos, ou de mísseis, processamento de sinais de radares, navegação autônoma e sistemas inerciais. O FK é dito estimador ótimo, podendo

[1] Pós-Graduando em Sistemas Eletrônicos para Controle pela Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta. E-mail: luizbitencourt@gmail.com
[2] Graduado em Engenharia Elétrica e graduado em Ciências da Computação. Docente da Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta. E-mail: fernando.faria@sp.senai.br
[3] Mestre em Automação pela Universidade de Taubaté (UNITAU) e Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade São Judas Tadeu (USJT). E-mail: mafelizola@sp.senai.br

ser implementado em um algoritmo de tempo real a fim de estimar recursivamente um estado desconhecido, para cada nova medição, baseando-se na minimização da média quadrática do erro, que é uma medição da qualidade dos dados imersos em ruído.

A implementação direta do algoritmo do FK em sistemas convencionais não é eficiente, dada a sua complexidade computacional que envolve multiplicação, adição, subtração e inversão matriciais. Conforme (HALANG, 1993), é necessária a adoção de arquiteturas especiais de computação para aplicações complexas em tempo real. O tempo de execução de sistemas de controle, rodando em computadores convencionais, em geral, é difícil de ser previamente calculado. Isso se deve a complexidade dos *softwares* além de recursos, nem sempre presentes ou de comportamento não uniforme, de aumento médio de performance como memória virtual, *cache*, *pipe-lining*, etc. Sendo assim, uma das possibilidades é a adoção de sistemas de lógica programável, como o FPGA, uma vez que além da possibilidade de customizar e otimizar o *hardware*, provê soluções de arquitetura paralela e processamento simultâneo.

Unido a tais fatos, segundo citam (GARBERGS; SOHLBERG, 1998), VHDL favorece a implementação do modelo do processo diretamente em *hardware*, sendo usado com sucesso para modelos de processo em tempo discreto. Até mesmo algoritmos complexos podem ser aplicados em FPGAs pequenos, sem necessidade de *hardware* adicional e com elevada eficácia de processamento.

Sendo assim, o presente artigo tem como objetivo analisar uma técnica de implementação de Filtro de Kalman em dispositivos de lógica programável, como FPGAs, em linguagem VHDL.

2. O FILTRO DE KALMAN

O Filtro de Kalman (FK) é um estimador linear cuja ideia é solucionar o problema de filtragem de dados em sistemas lineares discretos. Segundo a proposta de (KALMAN, 1960), dados alguns valores iniciais, pode-se predizer e ajustar os parâmetros do modelo do sistema a cada nova medição, obtendo a estimativa do erro em cada atualização. As equações do FK podem ser solucionadas de forma numérica, utilizando-se para tanto uma estrutura recursiva cujas saídas dependem apenas do estado atual das entradas e das saídas estimadas em uma iteração imediatamente anterior. Basicamente, o

FK trabalha com dois conjuntos de equações em etapas chamadas de predição e atualização.

As Equações 1 e 2 correspondem à etapa de predição, onde projetam-se o estado posterior X_{kp} e a covariância posterior do erro P_{kp}:

$$X_{kp} = AX_{k-1} + Bu_k + w_k \qquad \text{Eq. [1]}$$

$$P_{kp} = AP_{k-1}A^T + Q \qquad \text{Eq. [2]}$$

onde A e B são matrizes de transformação linear, u_k corresponde a um sinal de controle e Q a matriz de covariância de ruído de processo. A, B e u_k estão relacionados ao modelo do sistema.

As Equações 3, 4 e 5 correspondem à etapa de atualização, onde a estimativa do estado X_k e da covariância do erro P_K são corrigidas de acordo com novas entradas de medição Y_k e do ganho de Kalman K_k:

$$K_k = \frac{P_{kp}H^T}{HP_{kp}H^T+R} \qquad \text{Eq. [3]}$$

$$X_k = X_{kp} + K_k(Y_k - HX_{kp}) \qquad \text{Eq. [4]}$$

$$P_k = (I - KH)P_{kp} \qquad \text{Eq. [5]}$$

onde H é uma matriz de transformação linear, I é uma matriz identidade e R a matriz de covariância de ruído de medição.

Finalmente, Y_k da Equação 4 é dada pela Equação 6:

$$Y_k = CX_k + Z_k \qquad \text{Eq. [6]}$$

onde C é uma matriz de transformação linear Z_k o ruído de medição.

Como apresentado, o FK trabalha com sistemas de equações lineares no espaço de estados. A solução de tais equações, que envolvem cálculos matriciais, é computacionalmente intensiva, o que motiva a adoção de arquiteturas de *hardware* dedicadas como as que utilizam FPGAs.

3. A TECNOLOGIA FPGA

Os FPGAs (*Field Progammable Gate Arrays*) são uma evolução de uma categoria de dispositivos ditos de lógica programável, iniciando pela PLA

(*Programmable Logic Array*) e PAL *(Programmable Array Logic*), caracterizados como SPLDs (*Simple Programmable Logic Devices*), seguidos dos CPLDs (*Complex Programmable Logic Devices*).

Introduzidos pela Philips na década de 1970, os PLAs são constituídos de portas lógicas E e OU cujas conexões podem ser configuradas, sendo adequados na implementação de lógicas na forma de soma de produtos, podendo possuir um grande número de entradas. O alto custo de fabricação e baixo desempenho em termos de velocidade levaram ao desenvolvimento dos dispositivos PAL, cuja diferença se dá na possibilidade de configuração apenas de conexões de portas E, com portas OU fixas, além da possibilidade de conter Flip-Flops conectados as saídas das portas OU, facilitando desenvolvimento de circuitos sequenciais.

Com o aumento do número de entradas, aumenta-se a complexidade de circuitos lógicos, sendo assim, na década de 1980 a Altera Corp. introduziu os chamados CPLDs, cuja característica se dá pela união de blocos simples (SPLDs) em um único chip. Um CPLD corresponde a cerca de 50 dispositivos SPLDs em um único chip, o que aumentou consideravelmente a capacidade desta categoria de dispositivos.

Com a crescente demanda de projetos complexos, CPLDs evoluíram para os FPGAs, inicialmente comercializados pela Xilinx Inc., cujos arranjos de blocos lógicos programáveis, como explicam (SKLIAROVA; FERRARI, 2003), são interligados por recursos de encaminhamento e cercados por um conjunto de blocos de entrada e saída. A diferença evolutiva está no fato de cada bloco lógico conter elementos combinacionais e sequenciais, flexibilizando o sistema e facilitando a criação destes tipos de circuitos digitais. Além disso, é possível a adição de blocos de funções específicas como os de memória. Os recursos de encaminhamento possibilitam a programação das interligações entre os blocos, sendo que a eficácia da solução desenvolvida depende da otimização gerada pelas ferramentas de descrição de *hardware*.

Dentre as aplicações de dispositivos de tecnologia FPGA, pode-se citar a implementação de circuitos lógicos combinacionais de alta complexidade, controladores de dispositivos, codificadores e decodificadores, sistemas de processamento digital de sinais, sistemas de processamento paralelo, entre outros.

4. IMPLEMENTAÇÃO DO FK EM FPGA

A fim de realizar uma análise de diferentes técnicas, as sub-seções a seguir discutem soluções para implementação do Filtro de Kalman (FK) em hardware dedicado. São analisadas arquiteturas sistólicas, algoritmo de Faddeev e expansão de Taylor.

4.1. Arquiteturas Sistólicas

Uma arquitetura computacional sistólica pode prover alta performance em um sistema de hardware dedicado à solução de sistemas lineares. (KUNG, 1982) define arquitetura sistólica como sendo uma metodologia geral para mapeamento de computação de alto nível em estruturas de *hardware*. Neste contexto, os dados fluem ritmicamente da memória do computador, passando por vários elementos de processamento antes de retornar à memória do sistema. A Figura 1 mostra o princípio básico de um sistema sistólico.

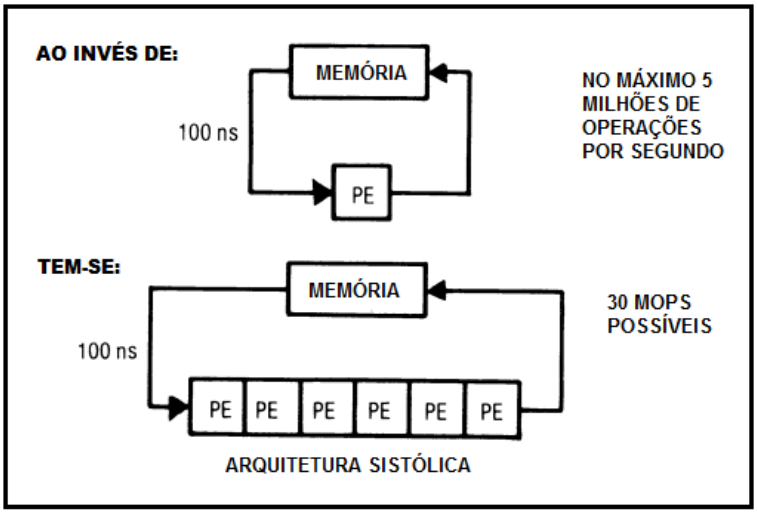


Figura 1 – Sistema sistólico. Adaptado de (KUNG, 1982)

Essa classe de arquitetura pode ser facilmente implementada em VLSI (*Verylarge-scale integration*), conforme (HWANG; FAYE, 1984), uma vez que são caracterizadas por sua simplicidade, regularidade e modularidade. Apesar de não ser adequada em 3 computadores de uso geral, pode-se aplicar em FPGAs, dadas suas flexíveis características de *hardware* programável.

Para solução de sistemas lineares, (ARAGÃO, 1998) propõe o desenvolvimento de uma arquitetura sistólica em topologia anel com execução síncrona baseada na solução da operação Gaxpy (*General Ax plus y*). É observado que todos os elementos de processamento permanecem em contínua utilização, resultando em alto grau de paralelismo em uma arquitetura com baixo overhead de comunicação e sincronismo. A implementação em FPGAs acelera o desenvolvimento e permite a obtenção de dados reais de desempenho. Para esta proposta, (ARAGÃO, 1998) observou que o tempo de processamento cai pela metade cada vez que se dobra o número de processadores na topologia anel, o que indica eficiência e viabilidade.

Como o FK é um algoritmo baseado em uma série de equações lineares, sugere-se a construção de arquiteturas sistólicas implementadas em sistemas de lógica configurável para sua realização em tempo real com alta eficiência.

4.2. Algoritmo de Leverrier-Faddeev

O algoritmo de Leverrier-Faddeev é uma eficiente ferramenta, em termos computacionais, para cálculo do polinômio característico de uma matriz. Além de não necessitar da utilização de determinantes, possui um número reduzido de cálculos quando comparada com outras técnicas com a mesma finalidade. Conforme (YEH; CHANG, 1986), uma vez que o FK, possui certa complexidade computacional, já que conta com cálculos envolvendo matrizes, a utilização deste algoritmo melhora a eficiência do processo produzindo resultados tão precisos quanto os oriundos de cálculos algébricos. (NASH; HANSEN, 1984 apud YEH; CHANG, 1986) observam que esta proposta evita a necessidade de se calcular diretamente as matrizes inversas do FK, eliminando alguns passos computacionais intermediários com economia de processamento e armazenamento. Além disso, há uma maior facilidade de adaptação para sistemas de processamento paralelo, fornecendo alto rendimento e variedade de operações algébricas lineares.

(YEH; CHANG, 1986) propõem a implementação de um chip VLSI para aplicação do FK em uma estrutura computacional concorrente e bidimensional, cujo fluxo de dados é mapeado em um algoritmo de Faddeev. Com o advento e popularização dos sistemas de lógica programável, (CHEN; GUO, 2005) propõem uma solução da implementação do Filtro de Kalman em tais sistemas utilizando-se de uma modificação

do algoritmo de Faddeev, mapeado em uma matriz sistólica, ou seja, com processamento paralelo. A conclusão do trabalho mostra que a solução garante estabilidade nos dados, porém cita que há limitações na topologia desenvolvida para minimizar a área de consumo em um circuito integrado.

4.3. Expansão de Taylor

Em uma tentativa de amenizar o custo computacional do algoritmo do FK, (LIU; BOUGANIS; CHEUNG, 2007) propõem a realização de aproximações baseadas na expansão de Taylor e cálculos matriciais. Para validação de sua proposta, uma comparação com o algoritmo de Bierman-Thornton é realizada resultando na constatação de que a solução com expansão de Taylor, além do reduzido tamanho do *hardware* final, atinge uma ordem de magnitude maior com similar precisão.

A Figura 2 exibe o bloco de aproximação do FK, composto por módulos de multiplicação, adição/subtração e adição ponderada de matrizes. As medições correspondem as entradas do bloco, bem como os estados estimados, as saídas. Na inicialização, todos os parâmetros do sistema são lidos da memória (Bloco da RAM) e escritos no vetor de registradores. Desta forma, o sistema torna-se mais flexível para diferentes situações de forma que a atualização dos dados pode ser feita com novas entradas na RAM.

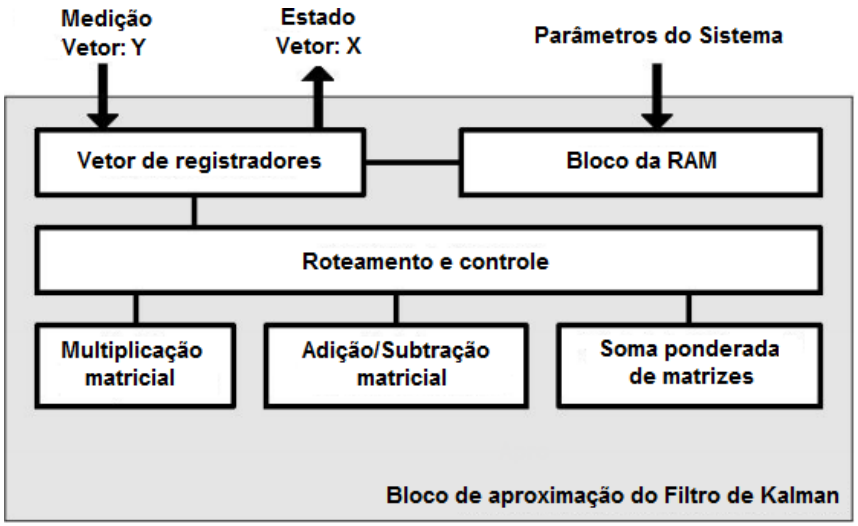


Figura 2 – Bloco de aproximação de FK. Adaptado de (LIU; BOUGANIS; CHEUNG, 2007)

O módulo de multiplicação de matrizes pode ser construído por uma série de pequenos módulos de multiplicação vetorial. Seja um vetor $a = [a_1, a_2, a_3, a_4]$ e $b = [b_1, b_2, b_3, b_4]$, sua multiplicação é realizada conforme a Figura 3. Dessa forma, pode-se computar $c = ab^T$. Todas as multiplicações são executadas de forma paralela de forma a otimizar o processo.

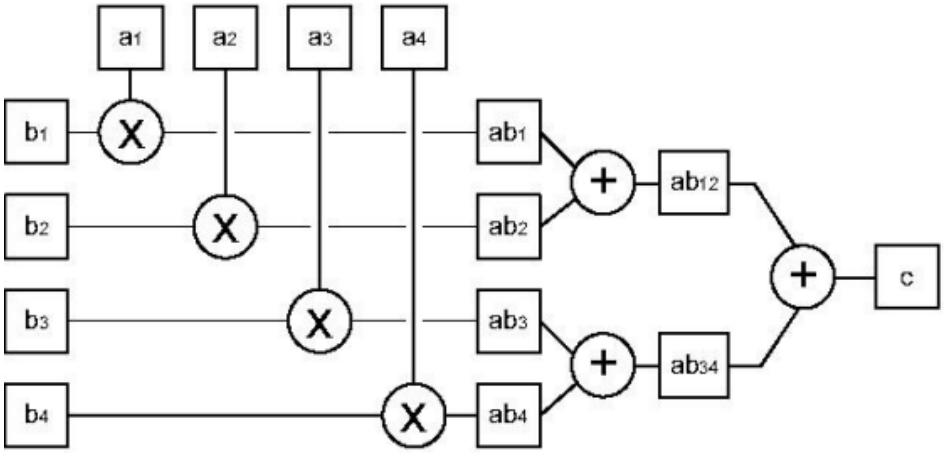


Figura 3 – Módulo de multiplicação (LIU; BOUGANIS; CHEUNG, 2007)

Os módulos de adição/subtração também são formados por pequenos módulos de operações unitárias, seguindo a mesma metodologia de otimização da multiplicação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tem caráter de revisão, cujo objetivo é explorar algumas soluções de implementação do Filtro de Kalman em aplicações onde há necessidade de alta eficiência e tempo real.

A solução de sistemas lineares utilizando arquiteturas sistólicas pode ser uma eficiente alternativa, porém tem como característica um grande consumo de espaço físico no desenho do hardware dedicado. Como alternativa, mas seguindo a mesma teoria, a adoção de um algoritmo de Faddeev mapeado em uma arquitetura sistólica pode resultar em economia do espaço ocupado pelo *hardware* descrito em um FPGA, aumentando a possibilidade de solução de problemas com FK de elevada complexidade. A técnica de expansão de Taylor apresenta-se eficiente em economia de espaço físico e precisão,

porém pode não ser aplicável para casos gerais uma vez que se trata de uma aproximação do Filtro de Kalman.

Sugere-se, para trabalhos futuros, a implementação e comparação das soluções apresentadas a fim de verificar seus limites de aplicabilidade.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, A. C. de O. S. **Uma arquitetura sistólica para solução de sistemas lineares implementada com circuitos FPGAs.** Dissertação (Mestrado) — Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC - USP, São Carlos, 1998.

CHEN, G.; GUO, L. **The FPGA implementation of kalman filter.** Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on Signal Processing, Computational Geometry & Artificial Vision, p. 61–65, 2005.

GARBERGS, B.; SOHLBERG, B. **Implementation of a state space controller in a fpga.** Electrotechnical Conference, 1998. MELECON 98., 9th Mediterranean, v. 1, p. 566–569, 1998.

HALANG, W. A. **Contemporary computers considered inappropriate for real-time control.** Control Engineering Practice, v. 1, n. 4, p. 613–621, 1993.

HWANG, K.; FAYE, A. **Computer architecture and parallel processing.** [S.l.]: McGraw-Hill,New York, NY, USA, 1984.

KALMAN, R. E. **A new approach to linear filtering and prediction problems.** Transactions of the ASME - Journal of Basic Engineering, v. 82, n. Series D, p. 35–45, 1960.

KUNG, H. T. **Why systolic architectures?** IEEE Computer, v. 15, n. 1, p. 37–46, 1982. ISSN 0018-9162.

LIU, Y.; BOUGANIS, C. S.; CHEUNG, P. Y. K**. Efficient mapping of a kalman filter into an fpga using taylor expansion.** In: Field Programmable Logic and Applications, 2007. FPL 2007. International Conference on. [S.l.: s.n.], 2007. p. 345–350.

NASH, J. G.; HANSEN, S. **Modified faddeev algorithm for matrix manipulation.** Real-Time Signal Processing VII, v. 495, n. 39, 1984.

SKLIAROVA, I.; FERRARI, A. B. **Introdução à computação reconfigurável.** Revista do Detua, v. 4, n. 1, 2003.

YEH, H. G.; CHANG, J. J. **Systolic VLSI for kalman filters.** The Telecommunications and Data Acquisition Progress Report, p.300–306, 1986.

ANÁLISE MICROGRÁFICA E INTEGRIDADE SUPERFICIAL DO AÇO ABNT SAE 1045

Vitor Gustavo Jacob [1]
Wallyson Thomas Alves da Silva [2]
Ricardo Favaro [3]
Marcus Vinicius Begossi [4]

RESUMO

A observação metalográfica é um meio bastante poderoso para prever ou explicar as propriedades e o comportamento de uma peça metálica, já que permite conhecer a estrutura do material, os seus constituintes macroestrutura ou micro-estruturais (fases), bem como a morfologia e a distribuição destes. Visa-se conferir que o material enviado pelo fornecedor é/ou não o AÇO ABNT SAE 1045, pois a peça que irá ser feita com o mesmo, necessita de um controle rígido quanto as suas propriedades mecânicas. O trabalho tem por objetivo avaliar as propriedades das microconstituintes do aço como encruamento e tamanho de grão, bem como determinar as microdureza da superfície avaliada. Percebeu-se que as amostras avaliadas pertencem a família do AÇO ABNT SAE 1045, pois foram encontrados microconstituintes de ferrita e perlita na sua composição, além disso a microdureza superficial está na faixa deste material de aproximadamente 334,96 HV.

Palavras-chave: Micrografia, Microdureza, Microconstituintes, Ferrita, Perlita.

1. INTRODUÇÃO

A micrografia faz o estudo e descrição dos metais e ligas. Este estudo é realizado através de “ensaios micrográficos” que procura relacionar a estrutura íntima do material com suas propriedades físicas, com o processo de fabricação, com o desempenho de suas funções e outros. Este procedimento prescreve os conceitos gerais aplicados na preparação do corpo de prova para análise microscópica. Aplica-se a todos os materiais e produtos metálicos ferrosos. As técnicas metalográficas dos não ferrosos são, em

[1] E-mail: vitorgjacob@hotmail.com
[2] E-mail: wallyson.silva@sp.senai.br
[3] E-mail: ricardo.favaro@sp.senai.br
[4] E-mail: mbegossi@sp.senai.br

princípio, semelhantes às utilizadas nas ligas ferrosas, por exemplo, aços e ferros fundidos, exigindo, entretanto, preparação mais meticulosa, alicerçadas na total atenção, paciência e imaginação do preparador.

No que se refere à micrografia, é definida como o estudo da constituição, das estruturas dos metais e suas ligas. Sendo feitas através de análises micrográficas; com o uso do microscópio se consegue identificar as propriedades mecânicas, físicas e químicas, como também o seu processo de fabricação. Para a realização desta análise é preciso que se obtenha uma amostra que será cortada, lixada, polida devidamente e atacada com um produto químico de tal maneira que venha a descobrir os tipos de materiais que eles são compostos. Este estudo examina também se os metais são ferrosos ou não ferrosos.

A micrografia tem grande importância na descoberta das estruturas que os metais são constituídos, com isso não existem diferenças em se examinar um metal ferroso de um não ferroso, considera-se, porém, a habilidade, agilidade, a atenção e capacidade de raciocínio que o técnico em metalurgia venha a ter (ROHDE, 2012), de acordo com Aurélio, a micrografia faz o estudo e descrição dos metais e ligas. Este estudo é realizado através de “ensaios micrográficos” que procura relacionar a estrutura íntima do material com suas propriedades físicas, com o processo de fabricação, com o desempenho de suas funções e outros.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 Análise Micrográfica

A metalografia quantitativa é uma ferramenta extremamente útil no estudo de fenômenos metalúrgicos, gerando informações que eventualmente podem embasar o correto dimensionamento de processos industriais.

• Recristalização e crescimento de grão: determinação do tamanho e da superfície específica dos grãos cristalizados, bem como medida da fração recristalizada, após laminação a quente ou tratamento térmico;

• Precipitação: determinação de fração volumétrica, tamanho e grau de dispersão dos precipitados;

• Transformação de fases: determinação de fração volumétrica e dureza de fases como auxílio na determinação de diagramas TRC ou após a laminação a quente de aços bifásicos;

• Solidificação: determinação da morfologia da grafita e da microestrutura dos ferros fundidos em termos gerais.

Quanto à caracterização da microestrutura e sua correlação com as propriedades mecânicas, há mais de uma década estão sendo feitos estudos sistemáticos, particularmente no aso dos aços. Tais trabalhos são de fundamental importância, pois não só a dureza e as frações das fases presentes na microestrutura definem a resistência mecânica e a ductilidade do material: a morfologia – ou formato – das fases, bem como a natureza e a densidade dos contornos presentes podem atuar de maneira fundamental. Dentro desta linha de pesquisa há estudos voltados para diversos tipos de aços.

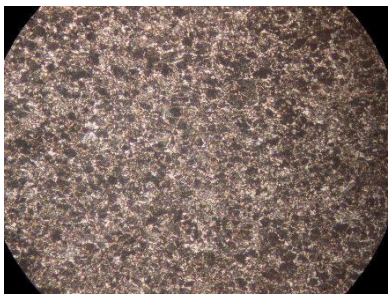


Figura 1 - Aço ABNT SAE 1045 normalizado após ataque com Nital 2% (Metal Handbook).

Na Fig. (1) nota-se diferentes tons de marrom nos grãos, sendo os claros, as microconstituintes denominadas ferrita, e os escuros, perlita.

2.2 Microdureza Vickers

Esse método utiliza um penetrador de diamante, que possibilita medir qualquer valor de dureza, incluindo desde os materiais mais duros até os mais moles em uma única escala. A dureza Vickers se baseia na resistência que o material oferece à penetração de uma pirâmide de diamante de base quadrada e ângulo entre faces de 136º, sob uma determinada carga. O valor de dureza Vickers (HV) é o quociente da carga aplicada (F) pela área de impressão (A) deixada no corpo ensaiado, podendo ser determinado pelas Eq. (1) e Eq. (2).

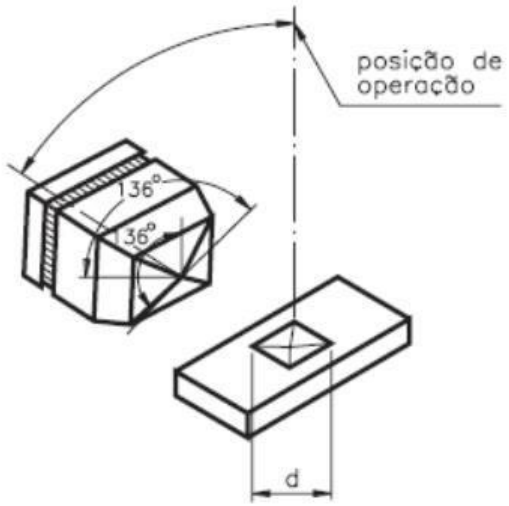


Figura 2 - Posição de operação do endentador Vickers (Telecurso, 2000).

A máquina que faz o ensaio Vickers não fornece o valor da área de impressão da pirâmide, mas permite obter, por meio de um microscópio acoplado, (aumento 70 X) as medidas das diagonais (d1 e d2) formadas pelos vértices opostos da base da pirâmide. A precisão das medidas é milesimal (0,001mm), logo é um método que gera uma medida muito precisa.

Exige ótima preparação da superfície da amostra.

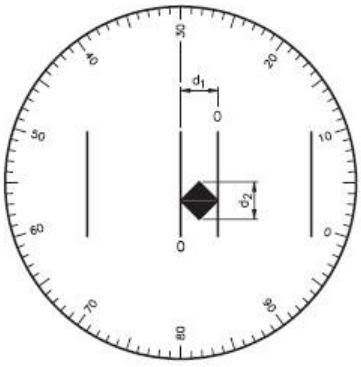


Figura 3 - Representação da marca a ser medida (Telecurso, 2000).

$$d = \frac{d1+d2}{2} \qquad (1)$$

$$HV = \frac{2F.sen68^{\circ}}{d^2} \qquad (2)$$

2.3 Aço ABNT SAE 1045

Trata-se de um aço para beneficiamento com temperabilidade (profundidade de transformação martensítica) baixa, ou seja, baixa penetração de dureza na sua seção transversal. Não se costuma recomendar seu uso para seções superiores a 60 mm na maioria das vezes e muitas vezes quando a seção for maior de 80 mm. Isto posto quando a exigência for material com tratamento térmico de têmpera.

O aço 1045 retangular ou redondo possui uma boa relação entre resistência mecânica e resistência à fratura (resistência mecânica). É utilizado geralmente com durezas no intervalo de 190 a 320 HV em faixas de 30 a 40 HV.

2. METODOLOGIA

Corte - Retira-se um pedaço do material a ser analisado utilizando a máquina de corte Fortel, modelo – LF3, com disco abrasivo de corte de 3mm x 250mm de diâmetro faz-se três amostras com 8,0mm de comprimento cada.

Embutimento - Para a realização deste processo foi utilizada uma máquina de embutimento Fortel, modelo – EFD-30 conforme Fig. (4).



Figura 4. Máquina de embutimento Fortel.

A parte superior do equipamento é retirada (ao girá-la em sentido anti-horário) para que seja colocada a amostra no centro do compartimento com a melhor face voltada para baixo. Após isso é colocado o polímero baquelite preto Fig. (5), em pequenas porções e com cautela para que não se mova a amostra.



Figura 5. Baquelite Preto.

Com a quantidade de Baquelite correta dentro da máquina – ou seja, três vezes a altura da amostra - volta-se a tampa rosqueando-a até o fim. Então, o registro de pressão é fechado e a alavanca é movimentada para cima e para baixo até que a pressão do indicador mostre 2000 lib/pol². A máquina deve ser configurada a temperatura de 160ºC e o tempo de 10 minutos. Assim que o tempo acabar, desliga-se o aparelho e a pressão na válvula é aliviada, para que então, a amostra seja retirada.

Polimento - Nessa etapa o objetivo é lixar e polir as amostras para deixá-las com uma superfície plana e livre de risco e impurezas envolvendo algumas etapas com diferentes gramaturas de lixas, dentre elas, 220, 400, 600, 1200, e por fim, a utilização de um feltro embebido com Alumina 99,9% Fig. (6) para um polimento final.

A máquina Arotec, modelo Aropol 2v – RPM 300/800, de diâmetro de lixa de 300m Fig. (7) possui um movimento circular e as amostras devem possuir uma marca de orientação na face superior para o lixamento/polimento ser feito alternando as faces da amostra em 90º em relação ao movimento. Esse processo é feito sob refrigeração a agua.

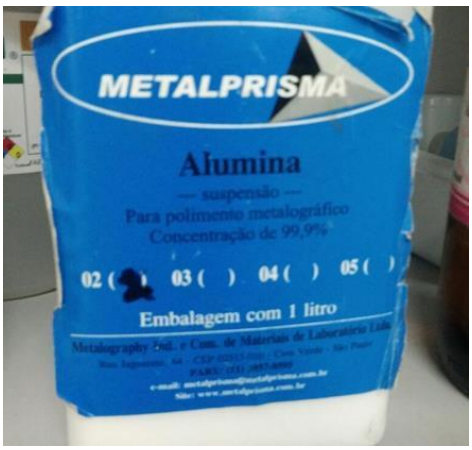


Figura 6. Alumina 99,9%.



Figura 7. Máquina de Polir Arotec.

Em cada troca de lixa, deve-se verificar a aparência das amostras (não pode haver riscos das lixas anteriores) e no final do processo o acabamento deve estar espelhado. É aconselhável também verificar em um microscópio com lente de 25x se não há a presença de riscos. Por fim, deve-se limpar a face da amostra com Álcool Etílico 46,07% Fig. (8) para retirar qualquer resíduo de óleos e a Alumina.



Ataque químico - Nessa etapa é muito importante o uso de óculos e luvas. O ácido Solução Nital 2% Fig. (9) é colocado em um recipiente de plástico - de forma que irá cobrir toda a superfície do material quando colocado – e as amostras são mergulhadas durante 10 segundos. Após isso, elas foram secas com secador de cabelo comum ao mesmo tempo que foram lavadas com álcool etílico durante 3 segundos. Ao fim do processo de ataque químico, o resíduo do ácido deve ser descartado utilizando muita água para reduzir a porcentagem ácida de cada amostra.



Figura 9. Ácido Solução Nital 2%.

Análise micrográfica - O microscópio utilizado Fig. (10) é um Olympus, modelo – GX41 que usa o método de luz transmitida e possui uma lente interna com o aumento de 10x. Com o acoplamento de uma câmera Olympus, modelo – UC30 Fig. (11), utilização da lente externa Olympus, modelo – Mplan N 50x/0.75 α/0/FN22 e auxílio do software Analysis Starter.

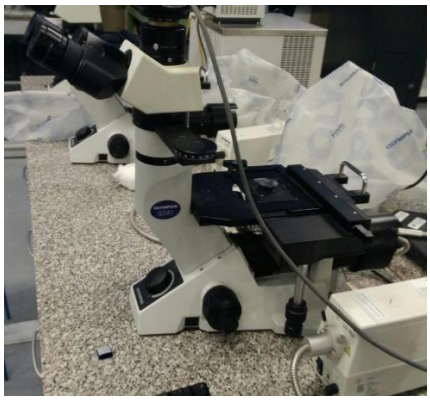


Figura 10. Microscópio



Figura 11. Câmera para Microscópio

Ensaio microdureza Vickers - Outro método de comprovar que as amostras são do Aço 1045 é o ensaio de Microdureza Vickers. Utilizando-se o Microdurômetro Vickers Future - Tech, modelo – FM300 Fig. (12), que através de seus resultados podemos medir a dureza da amostra. Pega-se a amostra e coloca-se no fixador do aparelho, ajustando a altura para o ensaio, são necessários pelo menos cinco ensaios de dureza, para se ter uma média precisa.

Foi utilizado um endentador piramidal de diamante com 136º entre faces, e uma carga de ensaio de 1,000 kg, após cada ensaio, é necessário realizar a medição das diagonais, para isso o endentador troca de posição com uma lente, e através dos manípulos da máquina, move-se as linhas de referência até a marca deixada pelo endentador na amostra, conseguindo nessa etapa a medida de d1 e d2, essas informações são mostradas em um display, e também quando a d2 é medida, o instrumento faz o cálculo utilizando as diagonais e fornece a dureza do ensaio em HV (Hardness Vickers).



Figura 12. Microdurômetro Vickers Future - Tech.

3. RESULTADOS

Através do ensaio de micrografia, obtive-se as seguintes imagens das Fig. (13), (14) e (15).

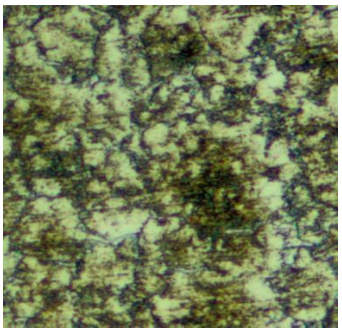


Figura 13. Amostra A.

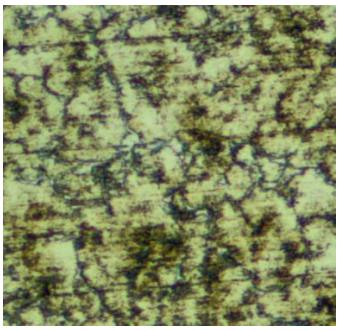


Figura 14. Amostra B.

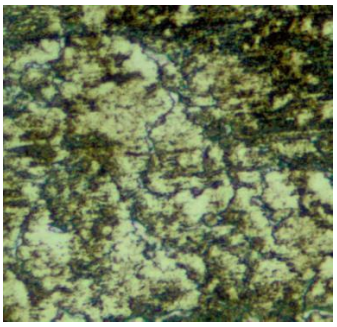


Figura 15. Amostra C.

As amostras estão com os grãos regulares, isto indica que o material não sofreu deformação plastica e sua resistência mecânica esta preservada e o encruamento dos grãos de perlita e de ferrita não estão apresentados nas amostras.

As microconstituintes de perlita (escura) e indica que a presença de carboneto na microestrutura foram solubilisadas, de forma a ser um agente abrasivo, que pode geral desgaste nos componentes ou na usinagem. A microconstituinte de ferrita (clara) esta presente em toda a amostra, inclusive dentro dos grãos de perlita, isso indica que a fase do material é hipo-eutética (α), demostrando que a porcentagem de carbono deste aço é menor que 0,76%.

No ensaio de Microdureza Vickers Fig. (16), observa-se que o endentador utilizado é maior que os grãos das microconstituintes, impossibilitando verificar a dureza de cada uma, logo o ensaio é uma média da dureza de cada grão em relação a quantidade de cada um atingida pelo endentador.

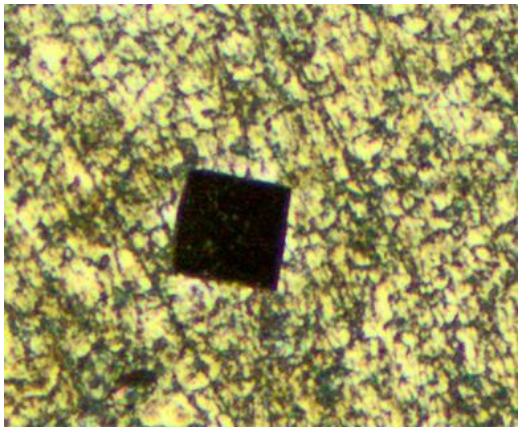


Figura 16. Impressão do endentador Vickers.

A Fig. (16) demonstrou uma boa impressão na amostra, sem apresentar trincas e embarrilamentos ou desvios diversos (losângo regular).

Os resultados fornecidos pelo Microdurômetro Vickers, foram conforme a tabela (1) abaixo.

Amostras	D1 (mm)	D2 (mm)	D (mm)	Resultado da Máquina (HV)	Tempo de Ensaio (s)
1	0,0746	0,0786	0,0766	316,8	12,8
2	0,0734	0,0747	0,07405	338,1	13
3	0,072	0,074	0,073	347,9	13,5
4	0,0723	0,0747	0,0735	343,7	12,7
5	0,0735	0,0767	0,0751	328,3	13,6
Média do tempo (s)	13,12				
Média de HV [kgf/mm²]	334,96				
Desvio Padrão [kgf/mm²]	12,52				

Tabela 1. Resultados fornecidos pelo Microdurômetro Vickers.

A tabela (1) indica um baixo desvio nos valores das diagonais médias e no resultado do ensaio de microdureza Vickers, já que a endentação foi sobre as microconstituintes (ferrita e perlita) com diferentes durezas, sendo a perlita 20% mais dura que a ferrita.

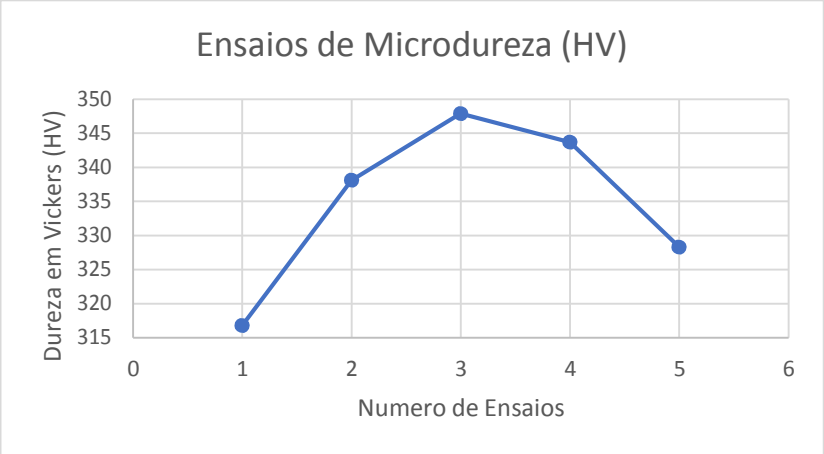


Figura 16. Resultados de cada ensaio em (HV)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O material atacado revelou-se ser AÇO ABNT SAE 1045, quando comparado com a amostra padrão do Metal Handbook Fig. (1), além disso percebe-se que a dureza conseguiu caracterizar o material investigado, em uma faixa de dureza 190HV a 320HV em faixas de 30 a 40HV, encontrou-se 334,96HV.

REFERÊNCIAS

PADILHA. A F.; AMBROZIO, F. Técnicas de análise microestrutural. São Paulo, Hemus Editora, 1985, Cap. 5.

ROCHA, A. C.; PACIORNIK, S. Levantamento de Parâmetros e Implementação de Cálculo de Metalografia Quantitativa por Processamento Digital de Imagens. In.: 49º Congresso da ABM, Vol.: III, São Paulo, outubro de 1994.

CASARIN, S. J.; ROLLO, J. M. D. A. Aplicação da Técnica de Análise de Imagem em um Aço C-Mn-B, para Caracterização Quantitativa de Fases e Precipitados. In.: 50º Congresso da ABM, Vol.: 2 , São Pedro, SP, agosto de 1995.

SILVA, E. C.; ROLLO, J. M. D. A.; LORENZO, P. L. – Correlação entre Análise de Imagem e Microestrutura de Aços de Alta Resistência e Baixa Liga . In.: 50º Congresso da ABM, Vol.: 2 , São Pedro, SP, agosto de 1995.

PUJOL, J. F. C. et all – Um Analisador de Imagens de Materiais para Avaliação Quantitativa de Microestruturas. In.: 47º Congresso da ABM, Vol.: I, Belo Horizonte, MG , 1992.

ANÁLISE TÉRMICA POR MÉTODOS DE ELEMENTOS FINITOS EM DISSIPADORES DE ALUMÍNIO UTILIZADOS EM LUMINÁRIAS LED

Prof. Me. Bani Valério Alves Pereira[1] (orientador) – Senai Roberto Simonsen

Pós-graduando Rodrigo de Moraes[2] – Senai Roberto Simonsen

RESUMO

Os diodos emissores de luz figuram como uma revolução no segmento de iluminação pública, comercial e residencial após a descoberta da tecnologia para a emissão da luz branca, bem como o aumento de seu fluxo luminoso (SILVA, AMAURI LUIS DA, 2004).

Com a passagem de corrente elétrica pelo LED, tem-se, a geração de luz e calor, onde, este último, precisa ser conduzido para a atmosfera evitando-se prejudicar o funcionamento de componentes eletrônicos necessários à operação normal da luminária como fontes, supressores de surto e do próprio componente semicondutor.

Dessa forma, a análise térmica em dissipadores pelo método dos elementos finitos (MEF) na fase de projeto em luminárias LED bem como a comparação dos resultados modelados em software com o protótipo, cujos valores térmicos foram obtidos com o auxílio de termopares instalados em regiões próximas ao LED, além de uma verificação da temperatura do LED e do dissipador por câmera termográfica, permitiu a validação do projeto térmico ainda na fase de protótipo.

Os resultados, pelo método dos elementos finitos, ficaram próximos às condições medidas à temperatura ambiente e para uma situação real e esperada de funcionamento da luminária considerando-se os limites de temperatura de cada componente eletrônico montado.

Palavras chave: semicondutor, LED, termografia, termopares, luminária, elementos finitos.

[1]Mestrado em engenharia Mecânica UNITAU – Universidade de Taubaté . E-mail: banipereira@hotmail.com

[2] Pós-graduando em Projetos Mecânicos Industrial Senai Roberto Simonsen E-mail: rdmoraes@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Definir o projeto de um dissipador de calor adequado à potência térmica projetada para a luminária LED com a utilização de um software de simulação por elementos finitos comparando-se os resultados obtidos em software com a medição térmica no protótipo da luminária, ou seja, comparação entre modelo virtual e o modelo físico. Sabe-se que o calor gerado pelo LED é o elemento mais indesejado deste revolucionário sistema de iluminação elétrica e que corrobora para a diminuição da vida útil do componente. Portanto identificar a melhor forma de retirar o calor gerado através da dissipação térmica reflete a importância deste estudo.

O objetivo deste trabalho é verificar se a análise térmica processada no software Solidworks Simulation ® pelo método dos elementos finitos (MEF) se equipara aos testes executados por termopares no protótipo físico. Para a luminária LED em estudo definiu-se a potência de projeto em 40W, o coeficiente de convecção (h) de 8 W/m²K, temperatura de projeto (tp) de 298,15 ºC e temperatura ambiente (ta) de 25ºC. O material do dissipador é o alumínio 6063-T5.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 – Transferência de calor

Transferência de calor é a energia térmica em trânsito devido a uma diferença de temperatura no espaço. Sempre que existir uma diferença de temperaturas em um meio ou entre meios, haverá, necessariamente, transferência de calor (INCROPERA, 2014). Existem três processos de transferência de calor: a condução, a convecção e a radiação.

Na condução (ver figura 1) ocorre a transferência de energia das partículas mais energéticas para as menos energéticas de uma substância devido às interações entre partículas.

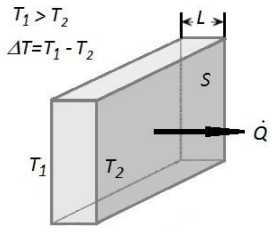


Figura 1 - Modo condução - Fonte: https://it.wikipedia.org/wiki/Conduzione_termica (2018).

Na convecção (ver figura 2) ocorrerá transferência de calor entre uma superfície e um fluido em movimento quando tiverem diferentes temperaturas.

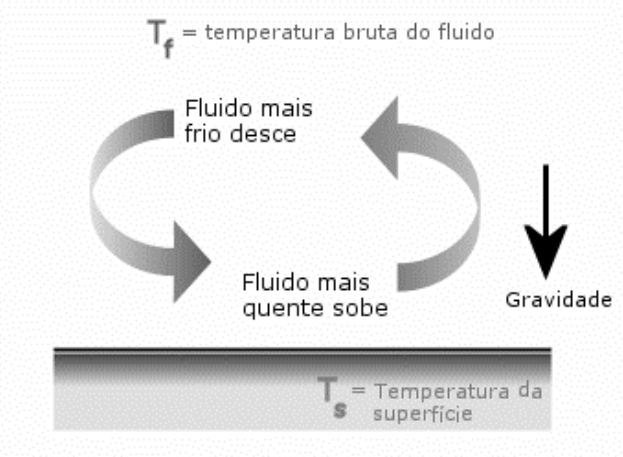


Figura 2 - Modo convecção - Fonte: Ajuda do Solidworks (2018).

Já a radiação térmica (ver figura 3) é um processo pelo qual o calor é transmitido de um corpo a alta temperatura para um de mais baixa quando tais corpos estão separados no espaço, ainda que exista vácuo entre eles; é a troca de líquida de calor por radiação entre duas superfícies.

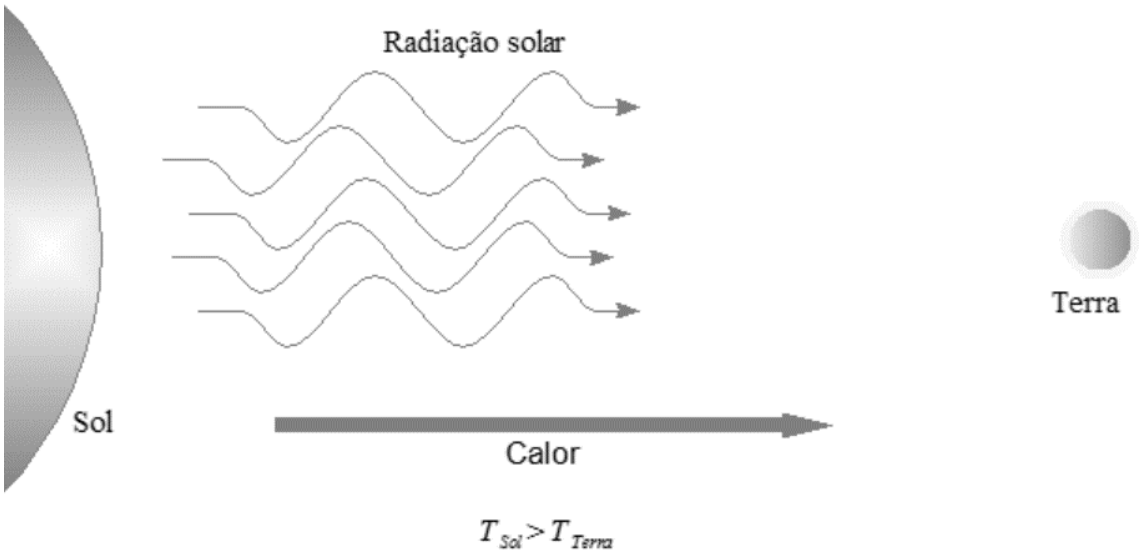


Figura 3 - Modo radiação -
Fonte:http://fisicafabionet.blogspot.com.br/2010/05/propagacao-de-calor.html (2018).

2.2 – Condução

A extremidade exposta de uma colher de metal subitamente imersa em uma xícara de leite quente é aquecida devido à condução de energia através da colher; outro exemplo, em um dia de inverno ocorre perda significativa de energia de um quarto aquecido para o ar externo, perda esta justificada pela transferência de calor por condução através da parede que separa o ar do interior do quarto do ar externo.

Existindo um gradiente de temperatura em um meio sólido, o calor fluirá da região de temperatura mais alta para a de temperatura mais baixa. A taxa na qual o calor é transferido por condução, q_k, é proporcional ao gradiente de temperatura dT/dx multiplicado pela área A através da qual o calor é transferido:

$$q_k \, \alpha \, A \frac{dT}{dx} \tag{1.1}$$

Dessa forma, para a condução por um meio homogêneo a taxa de transferência é, então:

$$q_k = -kA \frac{dT}{dx} \tag{1.2}$$

O sinal negativo é empregado na equação (1.2) em decorrência da segunda lei da termodinâmica, o calor deve fluir na direção da temperatura mais alta para a temperatura mais baixa.

2.2.1 – Condutividade térmica

A condutividade térmica (k) na equação (1.2) é uma propriedade material que indica a quantidade de calor que fluirá por unidade de tempo através de uma unidade de área quando o gradiente de temperatura for unitário, sendo expressa em unidades de Watts por metro por Kelvin – W/mK (KREITH, 2003). Abaixo, a Tabela 1 apresenta a condutividade térmica de alguns materiais:

Tabela 1 - Condutividade térmica de alguns metais, sólidos não-metálicos, líquidos e gases.

Material	W/mK
Cobre	399
Alumínio	237
Aço carbono, 1%C	43
Vidro	0,81
Plástico	0,2-0,3
Água	0,6
Etilenoglicol	0,26
Óleo de motor	0,15
Freon (líquido)	0,07
Hidrogênio	0,18
Ar	0,026

2.3 – Convecção

A convecção descreve a transferência de energia entre uma superfície e um fluido em movimento sobre essa superfície; inclui transferência de energia pelo movimento global do fluido (advecção) e pelo movimento aleatório das moléculas do fluido (condução ou difusão) (INCROPERA, 2014). A equação apropriada para a taxa de transferência possui a forma como visto em (1.3) e (1.4):

$$q^n = h(T_s - T_\infty)\ para\ (T_s > T_\infty)\ \text{ou} \tag{1.3}$$

$$q^n = h(T_\infty - T_s)\ para\ (T_\infty > T_s) \tag{1.4}$$

A expressão representada pela equação (1.3) e (1.4) é conhecida como a lei do resfriamento de Newton.

O coeficiente de convecção h depende das condições na camada-limite que são influenciadas pela geometria da superfície, natureza do escoamento do fluido e por uma série de propriedades termodinâmicas e de transporte de fluido.

Tabela 2 – Valores típicos do coeficiente de transferência de calor por convecção

Processo	h $(W/m^2.K)$
Convecção natural	
Gases	2-25
Líquidos	50-1000
Convecção forçada	
Gases	25-250
Líquidos	100-20.000
Convecção com mudança de fase	
Ebulição ou condensação	2500-100.000

A convecção forçada é causada por meios externos; com o uso de um ventilador, bomba ou ventos atmosféricos.

Por outro lado, na convecção natural ou livre, o escoamento do fluido ocorre por forças de empuxo, iniciadas pelas diferenças de densidades (massas específicas) originadas por variações de temperaturas no fluido.

2.4 – Radiação

Radiação térmica é a energia emitida pela matéria que encontra a uma temperatura diferente de zero.

A energia do campo de radiação é transportada por ondas eletromagnéticas (ou fótons). Enquanto a transferência de energia por condução ou convecção requer a presença de um meio material, a radiação dispensa este meio. Na radiação a transferência de calor ocorre mais eficientemente no vácuo.

A troca líquida de calor na radiação é expressa na equação (1.5), abaixo:

$$q_{rad} = h_r A(T_S - T_{viz}) \tag{1.5}$$

O coeficiente de transferência de calor por radiação h_r é visto na equação (1.6), abaixo:

$$h_r = \varepsilon\sigma(T_S + T_{viz})(T_S^2 + T_{VIZ}^2) \tag{1.6}$$

2.5 – Obtenção e processamento do alumínio

A bauxita é o minério do alumínio, presente em abundância na face da Terra, representando cerca de 8% da crosta terrestre. O processo Bayer, o mais usual para a obtenção do óxido de alumínio da bauxita, é um método de extração do hidróxido de alumínio da bauxita com uma solução de soda a temperaturas elevadas, separação dos resíduos sólidos, após o resfriamento da suspensão, retirada do hidróxido de alumínio da solução de soda, com a separação do hidróxido cristalizado. O hidróxido obtido é transformado termicamente para óxido, isto é, (Al_2O_3).

O processo Hall-Heroult é responsável pela redução deste óxido para o metal através de sua eletrólise em temperaturas de 950 à 980ºC. A alumina é dissolvida em criolita fundida e através do anodo do sistema dá-se a decomposição eletroquímica do óxido de alumínio, obtendo-se alumínio líquido em temperatura elevada. Dessa forma, para bauxita com teores da ordem de 40% de Al_2O_3, 4 kg de bauxita produzem 2 kg de alumina que originam 1 kg de alumínio.

Nesta etapa do processo, a adição de sucatas é muito importante para resfriar este material, adequando a temperatura de vazamento, bem como a adição dos elementos de liga, em função da composição química desejada, seja na forma de tarugos para a extrusão, placas para laminação, barras Properzi para trefilação ou lingotes para a fundição de peças ou quaisquer outras finalidades. A figura 4 mostra o fluxograma de obtenção do alumínio (ABAL, 2014).

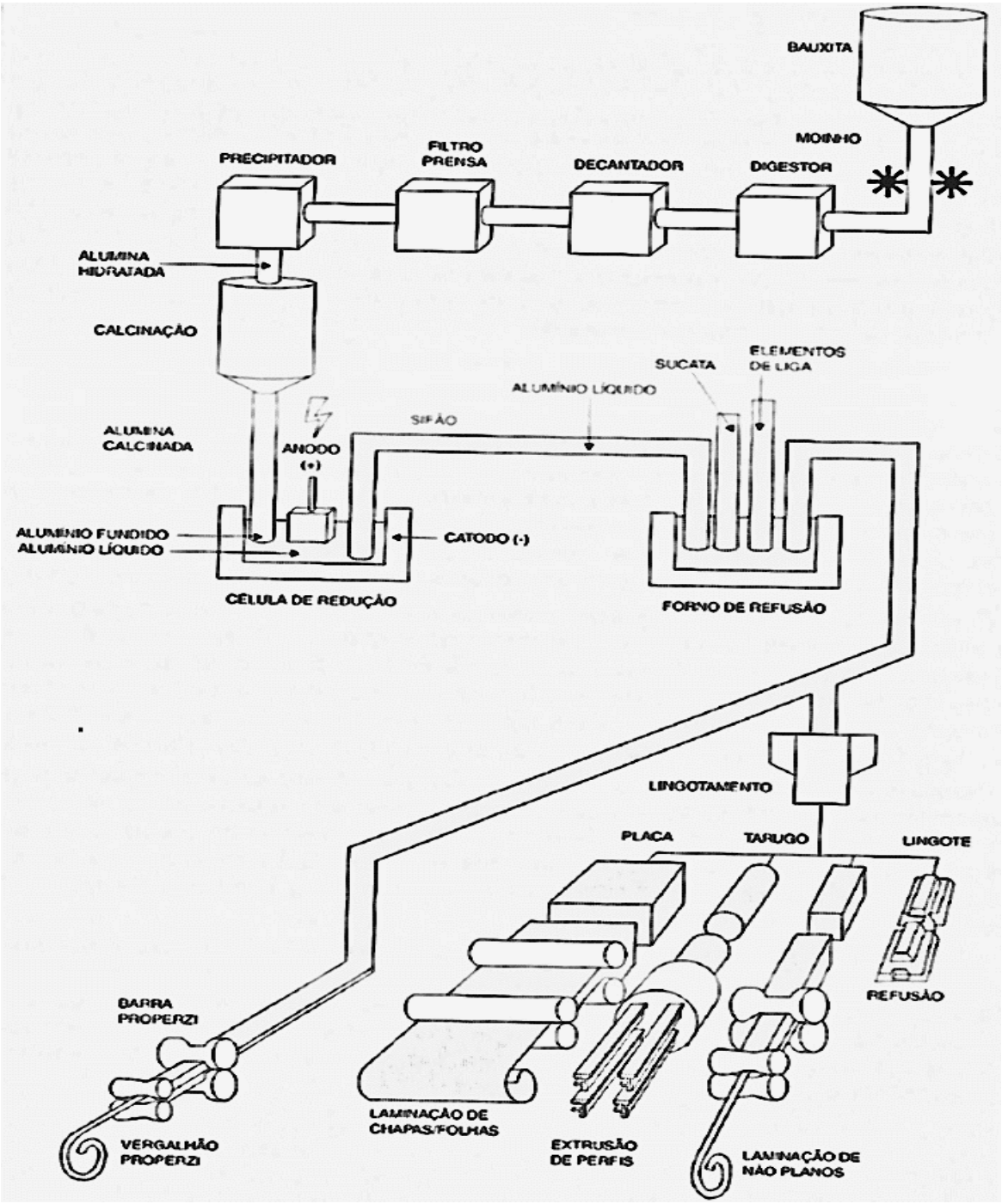


Figura 4 - Fluxograma de obtenção do alumínio e de produtos semiacabados

2.5.1 – Características gerais do alumínio

A leveza é uma das principais características do alumínio. Seu peso específico é de cerca de 2,7 g/cm³. Sua massa é, aproximadamente, 35% da massa do aço e 30% da massa do cobre. O alumínio comercialmente puro tem uma resistência à tração aproximada de 90 MPa. Com isso seu uso estrutural fica prejudicado, mas sua resistência mecânica é melhorada quando elementos de liga como o magnésio, silício, zinco, cromo, cobre, ferro, entre outros, são adicionados. Obtêm-se uma vasta variação de características mecânicas ou têmperas em ligas de alumínio, combinando-se o trabalho a frio e o tratamento térmico. O alumínio apresenta uma elevada resistência à corrosão, pois, quando exposto à atmosfera, forma-se, em sua superfície uma fina e invisível camada de óxido. Outro importante característica do alumínio é a alta condutibilidade elétrica e elevada condutibilidade térmica, sendo notório seu emprego na transferência de energia térmica, tanto no aquecimento quanto no resfriamento. Portanto os dissipadores de calor são comuns na fabricação de luminárias LED. Destaca-se que o alumínio é um metal não magnético sendo empregado também na proteção de equipamentos eletrônicos. Citações longas, notas de rodapé, paginação, legendas das ilustrações e tabelas, usar tamanho menor. Componentes típicos de um documento desta natureza. Espera-se que as informações aqui expostas possam contribuir para a elaboração da parte técnica de um artigo científico.

2.5.2 – Composição química da liga 6063-T5

Verifica-se na tabela 3 a composição química da liga 6063-T5:

Designação	Dens. g/cm³	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
6063	2,70	0,20-06	0,35	0,10	0,10	0,45-0,9	0,10	0,10	0,10	Restante

Tabela 3 - Composição química da liga 6063.

A classificação das têmperas é composta da letra T e da numeração de 1 a 10. Assim, T5 refere-se à classificação da têmpera deste material, isto é, o material é resfriado bruscamente após um processo de conformação a uma temperatura elevada e depois envelhecida artificialmente.

2.5.3 – Propriedades mecânicas da liga 6063-T5

A tabela 4 demonstra as principais propriedades mecânicas da liga 6063-T5:

Tabela 4 – Propriedades mecânicas da liga 6063-T5.

Liga e têmpera	**Diâmetro ou esp. nominal (mm)**		**Área (mm²)**		**Limite de resistência à tração (MPa)**		**Limite convencional de esc. (MPa)**		**Along. mínimo (%)**	
6063-T5	Acima de	Até	Acima de	Até	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	50 mm	5D $5{,}65\sqrt{A}$
	-	12,5	Qualquer		150	-	110	-	8	7
	12,5	25	Qualquer		145	-	105	-	-	7

2.6 – LED (Diodo emissor de luz)

São componentes semicondutores que convertem corrente elétrica em luz. Com o tamanho bastante reduzido, o LED oferece várias vantagens tecnológicas como:

- Longa durabilidade
- Alta eficiência luminosa
- Variedade de cores
- Volumes reduzidos
- Alta resistência a choques e vibrações
- Luz dirigida
- Sem radiação infravermelha e violeta
- Baixo consumo de energia

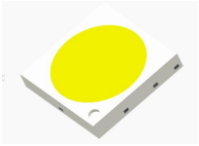


Figura 5 – LED (diodo emissor de luz da empresa REFOND® modelo 5050) - Fonte: http://www.refond.com/ (2018).

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – Materiais

Para o de desenvolvimento deste trabalho foram utilizados os seguintes equipamentos e materiais:

- Câmara térmica e de umidade, ver figura 6:



Figura 6 - Câmara térmica e de umidade - Fonte: Unicoba (2018).

- Medidor de temperatura Multiplex da empresa INVENTFINE ®, ver figura 7:



Figura 7 – Medidor de temperatura multiplex da empresa INVENTFINE ® - Fonte: Unicoba (2018).

- 6 termopares tipo K, ver figura 8:



Figura 8 – Termopares tipo K - Fonte – Unicoba (2018).

- Luminária LED linear 40W com 10 LEDs montados e fonte, ver figura 9:



Figura 9 - Luminária LED linear 40W com 10 LEDs montados e fonte

- Termovisor – câmera termográfica modelo - HTI-3000 – HIKARI ®, ver figura 10:



Figura 10 - Termovisor - câmera termográfica modelo HTI 3000 - HIKARI ® Fonte – Unicoba (2018).

- Adesivo instantâneo multiuso TEK BOND 793, para a fixação dos termopares nos locais de medição da temperatura, ver figura 11:



Figura 11 - Adesivo instantâneo multiuso TEK BOND 793 - Fonte: Unicoba (2018).

- Software de simulação Solidworks Simulation®, ver figura 12:

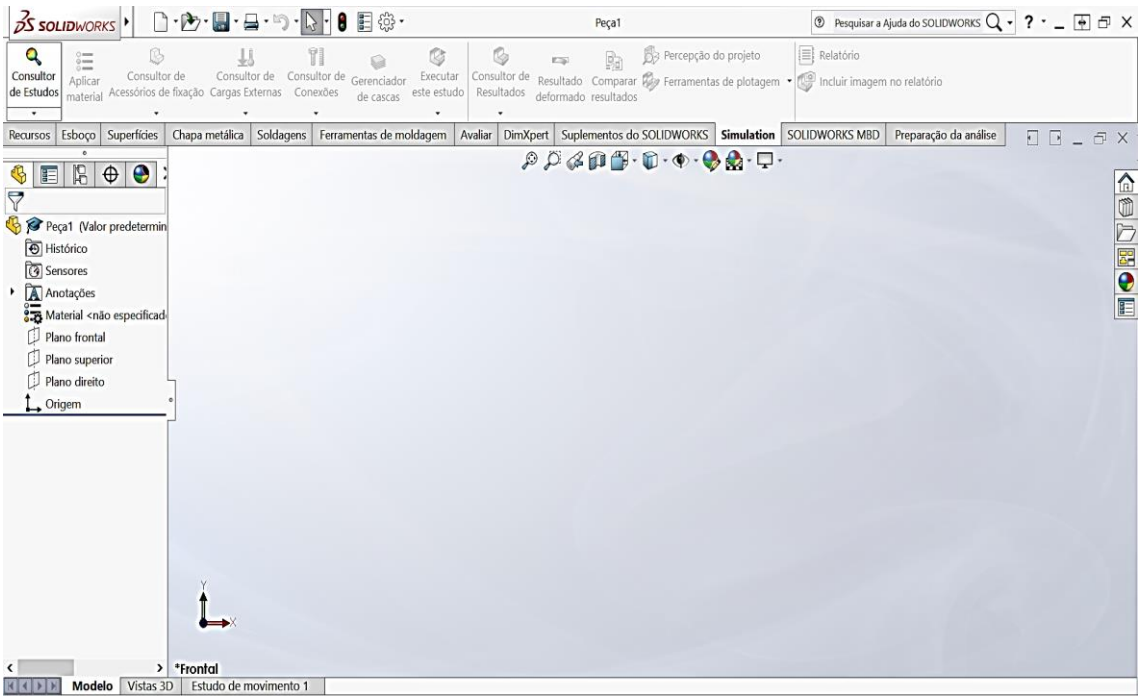


Figura 12 - Software de simulação Solidworks Simulation® - Fonte: Solidworks (2018).

3.2 – Método

Primeiramente desenvolveu-se o projeto 3D do dissipador térmico da luminária linear de 40W, seguindo-se as diretrizes de desenvolvimento e bases conceituais provenientes da experiência no modelamento de dissipadores da empresa Unicoba, ver figura 13 abaixo:

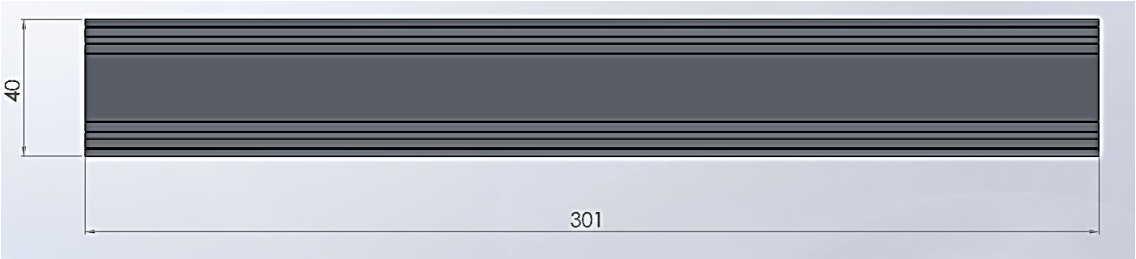


Figura 13 – Dissipador para luminária linear com potência de 40W- Fonte: Solidworks (2018).

Adotaram-se os valores de coeficiente de convecção e temperatura ambiente que são vistos na tabela 5 abaixo e identificados na figura 14:

Tabela 5 – Valores do coeficiente de convecção e temperatura ambiente da mistura

Coeficiente de convecção	8	$W/m^2 K$
Temperatura ambiente da mistura	298,15	K

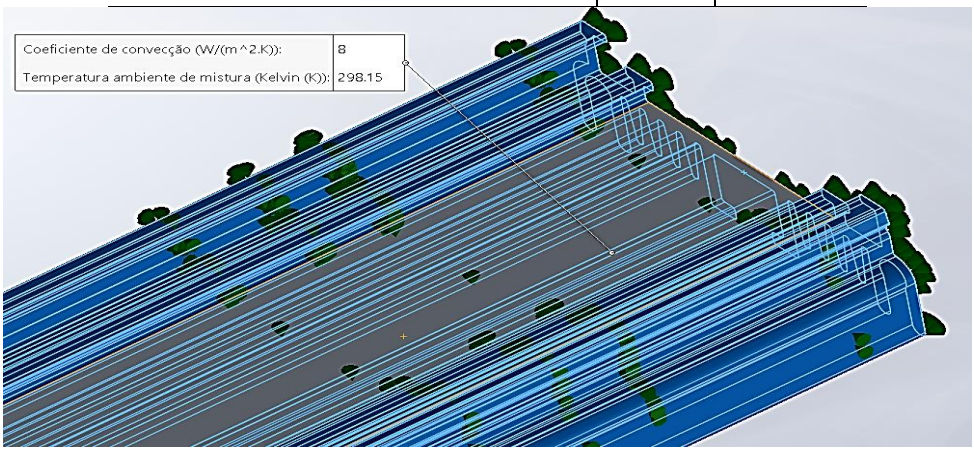


Figura 14 – Coeficiente de convecção e temperatura ambiente - Fonte: Solidworks (2018).

A potência térmica foi determinada como sendo o valor de projeto de 40W da luminária linear; foi distribuída selecionando-se a superfície (destaque azul), como é visto na figura 15 abaixo.

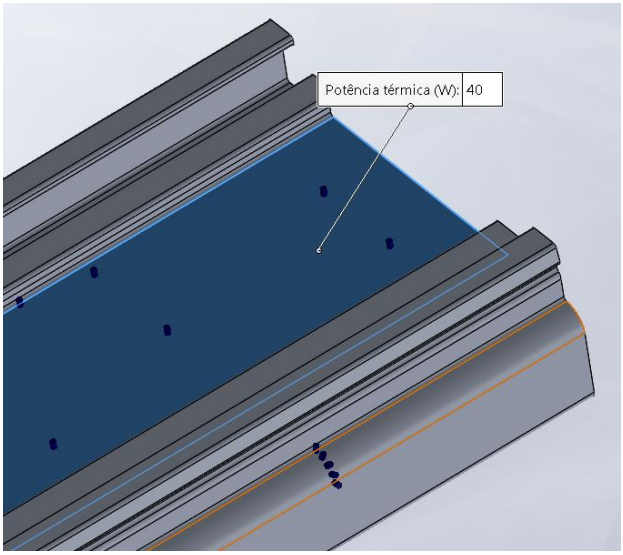


Figura 15 – Potência térmica – 40W - Fonte: Solidworks (2018).

Escolheu-se esta região para a distribuição da potência térmica, pois é a principal área de transferência de calor entre a placa que contém os LEDs e o dissipador de alumínio.

A próxima etapa foi à definição e geração da malha, ver figura 16 abaixo:

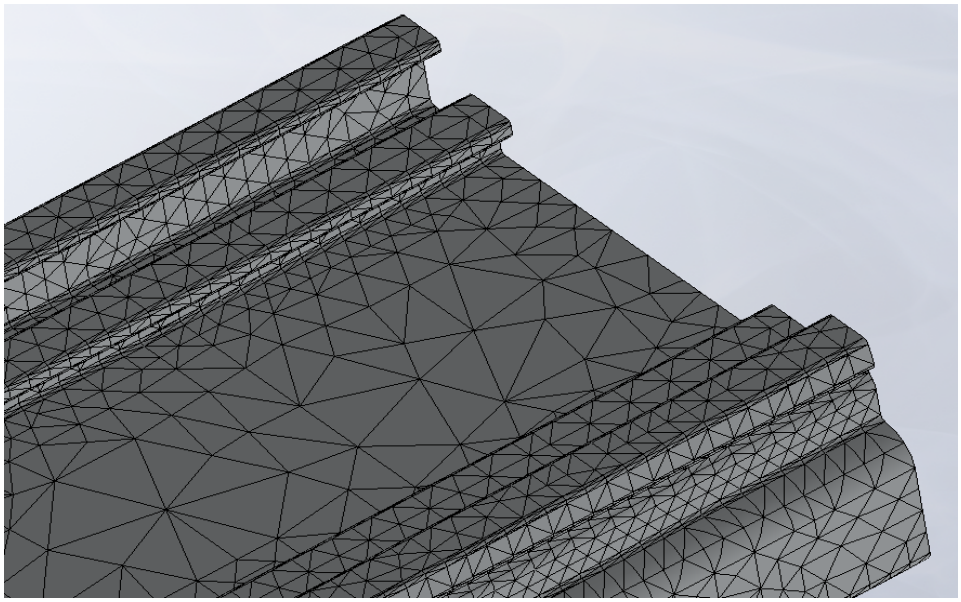


Figura 16 – Definição da malha para a realização da análise térmica - Fonte: Solidworks (2018).

Selecionou-se a malha com base em curvatura mais fina com a finalidade de melhorar a precisão do resultado.

As principais características da malha foram definidas conforme a tabela 6:

Tabela 6 – Definição das principais características da malha para o estudo térmico no Solidworks

Tipo de malha	Malha sólida
Gerador de malhas usado	Malha com base em curvatura
Pontos Jacobianos	4 pontos
Tamanho máximo do elemento	6.02824 mm
Tamanho mínimo do elemento	1.20565 mm
Qualidade da malha	Alta
Total de nós	732522
Total de elementos	417760
Proporção máxima	53.614
Porcentagem de elementos com Proporção < 3	61.2
Porcentagem de elementos com Proporção > 10	1.93
% de elementos distorcidos (Jacobiana)	0

A metodologia física consistiu da instalação de termopares conforme visualizados nas figuras de 17 a 21. Todos os termopares tiveram as suas pontas coladas próximas aos pontos de aferição para o estudo da temperatura nestas regiões. Antes da colagem realizou-se uma limpeza nas superfícies do dissipador para a remoção de possíveis sujeiras com um pano limpo e seco. Em seguida, foi utilizado o adesivo instantâneo multiuso TEK BOND 793 umedecendo com esta cola a região plástica anterior do termopar certificando-se que a ponta metálica não fosse colada.

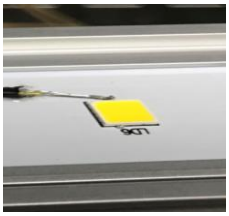


Figura 17 – posição do termopar número 1 próximo ao LED denominado LD6 -0 -
Fonte: Unicoba (2018).



Figura 18 – posição do termopar número 16 na fonte de 40W - Fonte: Unicoba (2018).



Figura 19 – Posição do termopar 5 próximo ao LED denominado LD10 - Fonte: Unicoba (2018).

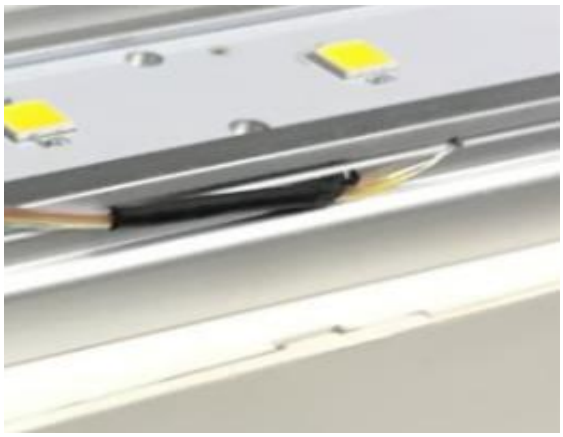


Figura 20 – Posição do termopar 14 no dissipador - Fonte: Unicoba (2018).

O termopar número 8 foi utilizado na medição da temperatura ambiente da mistura. O termopar número 13 foi utilizado na medição da temperatura no interior da câmara. Na sequência, fixou-se a luminária passando-se presilhas plásticas pelo suporte de fixação mecânico deixando-a na parte interior da câmara térmica. O próximo passo, antes de iniciar a medição térmica, foi identificar, via software, o nome de cada termopar com a finalidade de se obter um relatório preciso conforme visto na figura 21. A partir daí, iniciou-se o teste térmico físico. Utilizou-se o termovisor para averiguar as principais temperaturas encontradas nas superfícies do dissipador, LED e ambiente. Destaca-se que o instrumento auxiliou na visualização das partes quentes da luminária antes da finalização do ensaio realizado com os termopares servindo apenas como um destaque térmico de funcionamento da luminária e para uma medição aproximada dos valores de temperatura alcançados durante o ensaio.

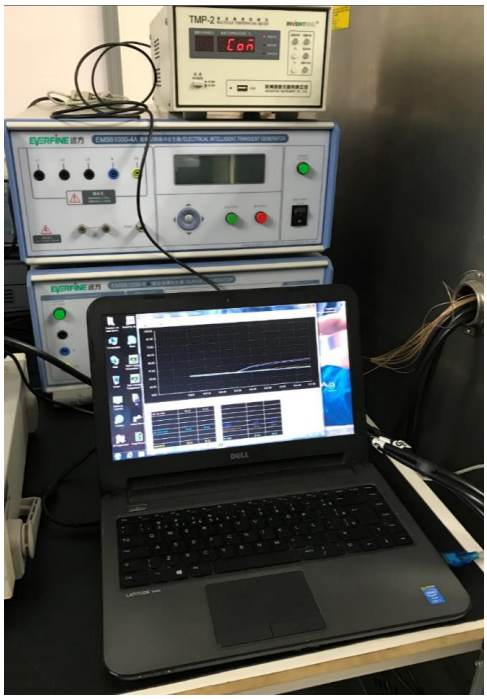


Figura 21 – computador DELL ® e software TMP2 da INVENTIVE FINE ®, utilizados na geração das curvas de temperatura de cada termopar- Fonte: Unicoba (2018).

4 – RESULTADOS

Através dos métodos dos elementos finitos identificou-se o seguinte resultado para uma potência térmica de 40W, coeficiente de convecção de 8 W/m² K e temperatura ambiente da mistura em 298,15 K, ver figura 22:

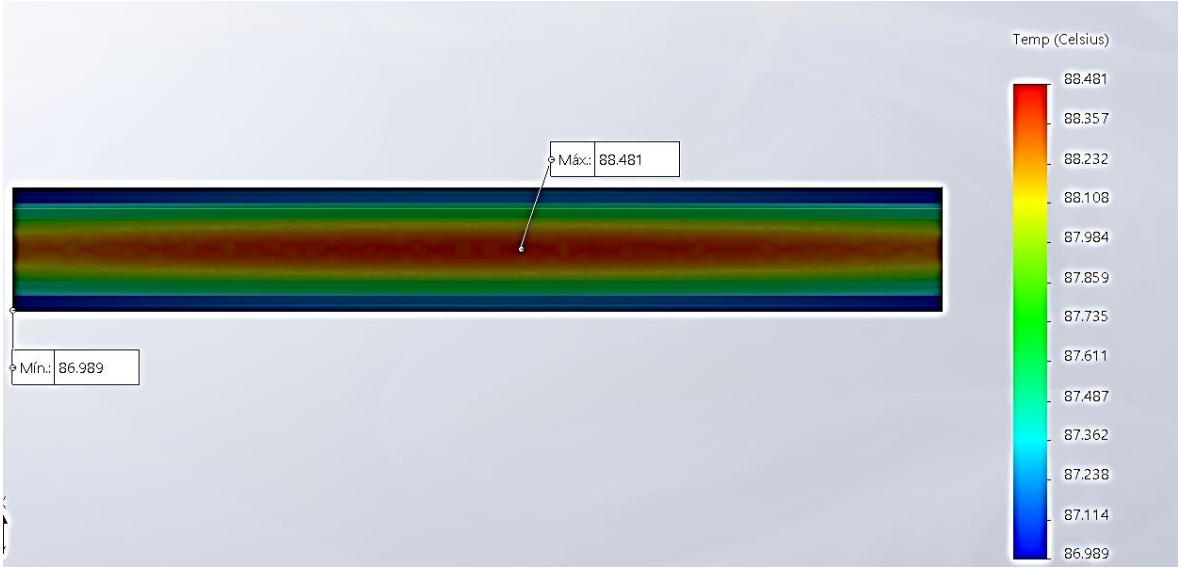


Figura 22 – Resultado da análise térmica por elementos finitos com o software Solidworks Simulation® - Fonte: Solidworks (2018).

O resultado obtido foi a temperatura máxima de 88,481ºC no centro do dissipador e valor mínimo de 86,989ºC na extremidade do dissipador sendo esta energia térmica transferida pelo dissipador da placa com 10 LEDs para a atmosfera de forma convectiva.

Após a estabilização das curvas de temperatura ocorrida num intervalo de tempo de 2 horas e com a utilização dos termopares previamente instalados nas proximidades dos LEDs, no corpo do dissipador e sobre a fonte no ponto TC (ponto mais quente previsto pelo fabricante da fonte), além da câmara e do ambiente, foram obtidos os seguintes resultados, conforme visto na figura 23 e disposição de dois termopares na figura 24:

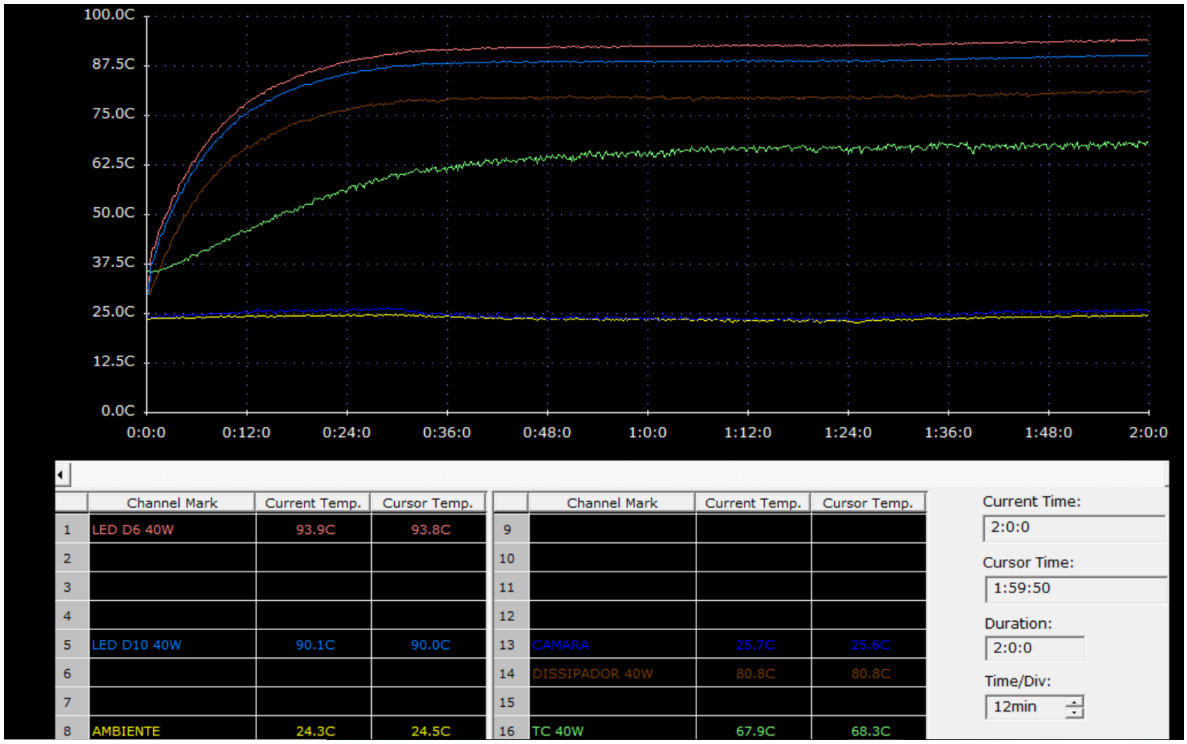


Figura 23 – Resultados obtidos com os termopares instalados - Fonte: Unicoba (2018).



Figura 24 – Termopares instalados nos LEDs 6 e 10 - Fonte: Unicoba (2018).

Com a utilização da câmera termográfica modelo HTI 3000 - HIKARI ®, foram obtidos os seguintes resultados conforme verificado na figura 25 e tabela 7 abaixo:

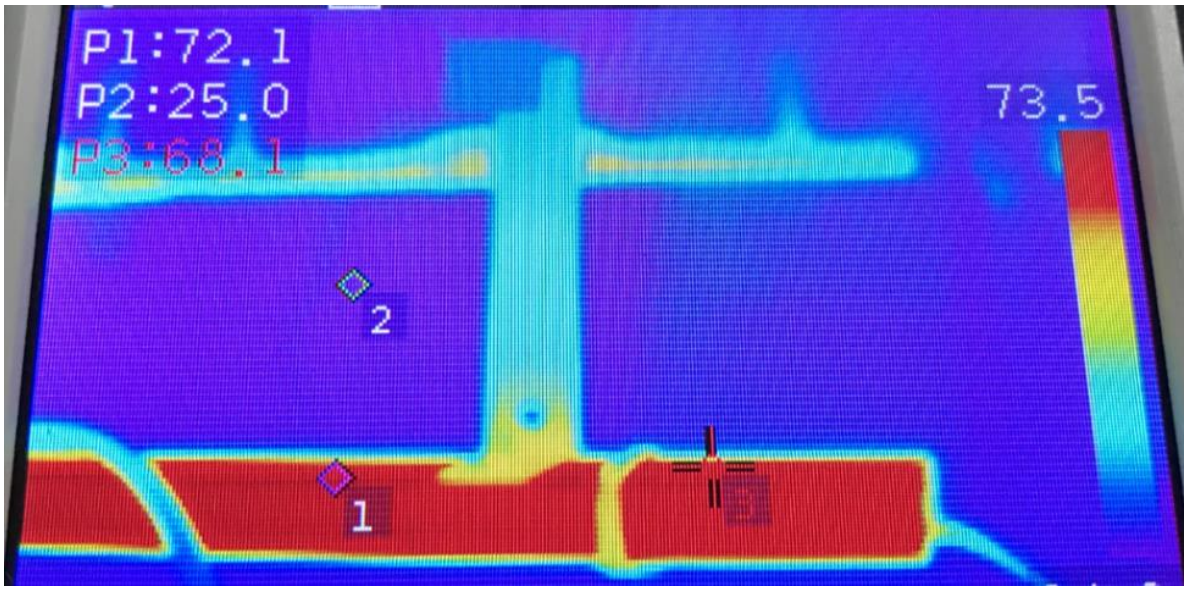


Figura 25 – Resultado da temperatura no dissipador medida com otermovisorHIKARI® após uma hora e trinta minutos de ensaios - Fonte: Unicoba (2018).

Tabela 7 - Valores de temperatura medidos através de termovisor

Pontos de medição	Temperaturas
P1	72,1ºC
P2	25ºC
P3	68,1ºC

CONCLUSÕES

Com este trabalho foi possível verificar que as temperaturas obtidas através do software de simulação Solidworks Simulation ® quando comparadas aos valores dos transdutores de temperatura (termopares) instalados no corpo do dissipador ficaram muito próximas como visto na tabela 8 abaixo:

Tabela 8 – Temperaturas do SolidWorks Simulation ® versus termopares

Temperaturas do Solidworks Simulation ®					
Temperatura máxima (centro do dissipador)		Temperatura mínima (extremidade do dissipador)			
88,481ºC		86,989ºC			
Termopares					
LED D6	LED D10	Ambiente	Câmara	Dissipador	TC (fonte)
93,8ºC	90,0ºC	24,5ºC	25,6ºC	80,8ºC	68,3ºC

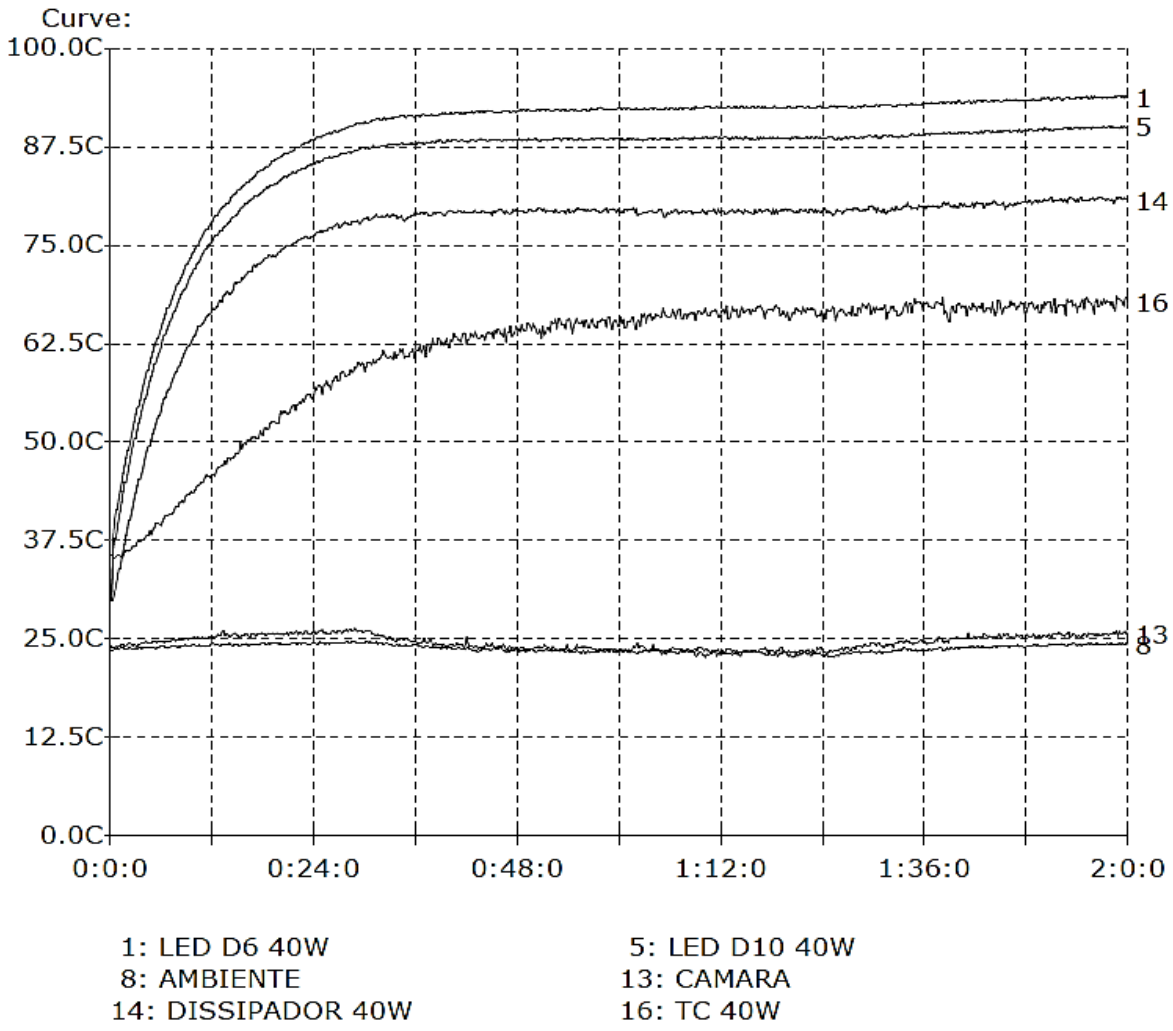


Figura 26 – Gráfico de temperaturas gerado pelos termopares Fonte: Unicoba (2018).

Verificou-se, também, que o projeto geométrico do dissipador está adequado às condições de potência elétrica (40W) e da quantidade de LEDs (10 LEDs por placa), bem como a sua distribuição física ao longo da placa de LEDs.

REFERÊNCIAS

CREDER, HÉLIO, **Instalações elétricas.** 14ª Edição, Editora LTC, Brasil, 2004.

HOLMAN, J. P., **Heat transfer.** 10th Edition, McGraw-Hill, New York, 2010.

INCROPERA, Frank. P. **Fundamentos de transferência de calor e de massa.** 7ª Edição, Editora LTC, Brasil, 2014.

KREITH, FRANK, BOHN, MARK S., **Princípios de transferência de calor.** 6ª Edição, Editora Thomson, Brasil, 2003.

MCADAMS, W. H., **Heat transmission.** 3ª Edição, Editora McGraw-Hill, New York, 1954.

MORAN, M. J., SHAPIRO, H. N., **Fundamentals of Engineering Thermodynamics.** 5th Edition, John Wiley & Sons, U.S., 2004.

MCADAMS, W. H., **Heat transmission.** 3ª Edição, Editora McGraw-Hill, New York, 1954.

SILVA, MAURI LUIZ DA, **Luz, Lâmpadas e Iluminação.** 3ª Edição, Editora Ciência Moderna, Brasil, 2004.

WYLEN, GORDON VAN., SONNTAG, RICHARD., BORGNAKKE, CLAUS., **Fundamentos da Termodinâmica Clássica.** 3ª Edição, Editora Edgard Blücher Ltda., Brasil, 2001.

Guia Técnico do Alumínio: extrusão: vol 1. 5ª Edição, ABAL – Associação Brasileira do Alumínio, São Paulo, 2014.

CREE – Disponível em http://www.creeled.com.br/led-o-que-e-e-como-funciona.html – acesso em 13/02/2018.

LUMILEDS – Disponível em https://www.lumileds.com/ - acesso em 13/02/2018.

LED Planet – Disponível em http://www.ledplanet.com.br\led – acesso em 13/02/2018.

ABAL - Disponível em http://abal.org.br/ - acesso em 13/02/2018.

APLICAÇÃO DO MÉTODO SIPOC PARA DEFINIÇÃO DE INDICADORES NO PROCESSO GRÁFICO

Clodoaldo de Alcântara Pascoali [1]

Catarina de Oliveira Cano [2]

RESUMO

O presente trabalho está baseado numa abordagem qualitativa, apresentando a importância e a prevenção da comunicação dentro das organizações seguindo os princípios da metodologia Six Sigma. Será elaborado o mapeamento do processo de impressão offset de forma a permitir a aplicação em qualquer empresa, relacionando as entradas, fornecedores internos e externos, o processo e suas saídas e também os clientes internos e externos. O método proposto é a utilização da ferramenta SIPOC como instrumento para estabelecimento da relação cliente-fornecedor interno. Dentro desse mapeamento do processo incluir os requisitos (das entradas e saídas) para o processo. Uma vez pronto, permite analisar o desempenho dos processos e fornecedores além de permitir a identificação de possíveis não conformidades no processo, auxiliando os gestores a tomar ações rápidas e precisas.

.

Palavras chave: Indicadores, SIPOC, Gráfica, Mapa de processos.

1 INTRODUÇÃO

Uma comunicação eficiente é sem qualquer sombra de dúvida, um fator importante no sucesso de uma empresa. O relacionamento entre as pessoas só é possível através da comunicação. A má comunicação traz desgastes nas relações, agressões verbais, perda de tempo com retrabalho, mal-entendidos, perda de motivação e *stresse* (MARTINIANO, 2007). A boa administração da comunicação oferece as organizações agilidade e clareza, tornando-a mais competitiva no segmento em que atua.

O artigo está baseado numa abordagem qualitativa, apresentando a importância e a prevenção da comunicação dentro das organizações seguindo os princípios da metodologia Six Sigma.

Será elaborado o mapeamento do processo de impressão offset de forma a permitir a aplicação em qualquer empresa, relacionando as entradas, fornecedores internos e externos, o processo e suas saídas e também os clientes internos e externos.

---

[1] Graduado em Produção Editorial e em Tecnologia da Produção Gráfica e Green Belt Six Sigma (SENAI). clodspascoali@gmail.com

[2] Graduada em Administração de Empresas (UNICSUL), Pós Graduada em Marketing (UNICSUL), Engenharia de Produção(USJT), Gestão Empresarial (METODISTA), Mestre em Finanças (FECAP) e Doutoranda em Biotecnociência (UFABC).E-mail: catarina.cano@sp.senai.br

Todos os processos de produção gráfica possuem etapas que vão desde a concepção do produto (podendo ser virtual/ digital) até a sua finalização física.

Durante esse manuseio do produto, seja de forma virtual ou física, existem pontos vitais que qualquer descuido pode acarretar perdas, retrabalhos e até mesmo devoluções. Mas quais pontos são esses? Em quais etapas do processo eles estão? É possível controlá-los? E qual o impacto que eles têm no processo em relação às perdas e produtividade?

Assim sendo, o foco principal desse artigo será na comunicação interna, ou seja, no relacionamento cliente-fornecedor interno, baseado nos princípios da metodologia Six sigma, utilizando a ferramenta SIPOC; na qual consiste num diagrama para documentar, de forma macro, o processo do início ao fim identificando os *Suppliers* (fornecedores), *Inputs* (insumos), *Process* (processo), *Outputs* (produtos obtidos na saída) e *Customers* (consumidores); relacionando-a de maneira objetiva e simples, aplicando-a aos processos de produção gráfica de forma que deixe claro a todos os envolvidos no processo a importância de seu trabalho na composição dos produtos e os impactos que o comprometimento ou a falta dele causam na cadeia produtiva.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

É fundamental a eficácia da comunicação quando tratamos com o cliente, os ruídos ou não entendimento nesse processo podem gerar grandes problemas e perdas no processo de produção e gerar insatisfação do cliente. O perfeito alinhamento entre as equipes de vendas, desenvolvimento de produto, produção e qualidade é primordial para a satisfação do cliente, eficiência e eficácia no projeto.

Os métodos e ferramentas da qualidade auxiliam na gestão do processo e administração de intercorrências, no entanto, se o projeto não vem devidamente esclarecido, as chances de sucesso são potencialmente reduzidas. Outro ponto importante é a definição correta dos indicadores de produtividades, onde, se mal definidos, a qualidade pode ficar comprometida para o atingimento das metas.

A metodologia proposta nesse artigo trata o alinhamento das informações e da linguagem desde o projeto do cliente, passando pela etapa de manufatura, até a entrega do produto final, focando na definição de indicadores para o processo gráfico de forma a garantir que a qualidade do produto seja mantida.

Dessa forma, o uso do mapa de alto nível (SIPOC) para a definição dos indicadores de produção e qualidade do processo, será de suma importância para a comunicação interna, sendo como base para o relacionamento entre setores e na definição de indicadores dos processos.

2.1 Conceituação do Programa Six Sigma

É possível definir Six Sigma (ou Seis Sigma) como uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa que tem como objetivo aumentar drasticamente a lucratividade das empresas por meio da melhoria da qualidade de produto e processos, o aumento da satisfação de clientes e consumidores (WERKEMA, 2004).

Segundo ROTONDARO (2002), "uma metodologia rigorosa que utiliza ferramentas e métodos estatísticos para **definir** os problemas e situações a melhorar, **medir** para obter informação e os dados, **analisar** a informação coletada, **incorporar** e empreender melhorias nos processos e, finalmente, **controlar** processos ou produtos existentes, com a finalidade de alcançar etapas ótimas, o que por sua vez gerará um ciclo de melhoria contínua.".

A citação acima, explicita de forma clara a metodologia **DMAIC**, ou seja: **Definir, Medir, Analisar, Incorporar (**ou implementar**) e Controlar**. Essa será tida como base de estudo para esse artigo, sendo que metodologia proposta se encaixa perfeitamente em todas as etapas da metodologia DMAIC, pois será definido o processo, analisado suas entradas e saídas a partir daí, implementar indicadores para medição e controle do desempenho dos processos.

2.1.1 – Mapeamento dos processos críticos

Quando o cliente compra um bem ou serviço, ele vê o fornecedor como um conjunto de processos interligados que tem como finalidade a produção do bem ou serviço de que ele necessita. As empresas, por sua vez, são organizadas segundo um modelo de departamentalização que possui objetivos distintos. Para conseguir que as melhorias necessárias, é preciso que as atividades não em termos de funções, departamentos ou produtos, mas em termos de processos-chaves. Será utilizado como definição de processo como uma sequência de atividades organizadas que transformam as entradas dos fornecedores em saídas para os clientes com valor agregado gerado pela unidade (ROTONDARO, 2002).

O objetivo que se tem em utilizar o mapeamento de processos é a obtenção de um modelo que represente de forma satisfatória a realidade, ou seja, seja possível obter uma imagem instantânea do funcionamento sistêmico dos processos da empresa de forma a analisá-los por módulos. Para isso, o uso de ferramentas de representação diagramada como, por

exemplo, os fluxogramas, SIPOC, entre outros, podem ser considerados um tipo de modelagem através do mapeamento de processos.

O diagrama SIPOC é uma ferramenta de análise visual para documentar, de forma macro, o processo do início ao fim. Por não conter muitos detalhes e apenas informações objetivas muitas vezes ele é chamado de diagrama ou mapa de alto nível. A sigla SIPOC tem origem nos termos em inglês: *Suppliers* (fornecedores), *Inputs* (insumos), *Process* (processo), *Outputs* (produtos obtidos na saída) e *Customers* (consumidores) (PALADY, 1997;RASIS *et al*., 2002-03; WERKEMA, 2001).

Diagrama 1: Diagrama SIPOC

Suppliers (Fornecedores)	Inputs (Entradas)	Process (Processo)	Outputs (Saídas)	Customers (Clientes)

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

2.2 Comunicação interna

A comunicação se bem administrada oferece a qualquer empresa agilidade e clareza, sendo ela a responsável pelo desenvolvimento humano e de sua organização. Tudo que é construído, ou destruído, é pela comunicação ou falta dela.

"A má comunicação traz desgastes nas relações, agressões verbais, perda de tempo com retrabalho, mal entendidos, suscetibilidades afetadas, perda de motivação e stresse." Liderar é comunicar, para atingir os objetivos da empresa (MARTINIANO, 2007, p.156). Seguindo essa citação, é comum haver atrito entre os departamentos das empresas por conta de problemas ocorridos nos processos. Muitas delas por conta de identificar quem são os responsáveis pelo ocorrido.

Durante esse atrito, perde-se mais tempo na tentativa de descobrir de que é a culpa do que na resolução rápida do problema e na execução de ações de correção para evitar problemas futuros.

Segundo KOTLER (2006), "a eficácia da comunicação depende de como a mensagem é expressa, assim como do conteúdo da mensagem em si. Uma comunicação ineficaz pode significar que se optou por uma mensagem errada, ou que a mensagem certa foi transmitida insatisfatoriamente".

Muitas vezes a não definição de parâmetros ou especificações são a causa desses atritos e isso gera ruídos no processo de produção, afinal, nãos e sabe ao certo o que é para ser fornecido... ou ainda, há grandes perdas ou desperdícios nos processos por conta de pequenos ajustes no processo anterior.

2.3 Metodologia

Segundo ROTONDARO,2002, processo é um conjunto de atividades estruturadas e destinadas a resultar em um produto especificado para um determinado cliente ou mercado. É uma ordenação específica das atividades de trabalho no tempo e no espaço com um começo, um fim e entradas e saídas claramente identificadas. O processo é entendido como uma série de atividades que fornecem valor a um cliente. O cliente do processo não é necessariamente um cliente externo da empresa. Ele pode estar dentro da empresa. É o chamado cliente interno (ANDRADE, 2012).

Tomando como base essa definição que explicita as definições de processo e cliente interno, o método proposto é a utilização da ferramenta SIPOC como instrumento para estabelecimento da relação cliente-fornecedor interno. Dentro desse mapeamento do processo incluir os requisitos (das entradas e saídas) para o processo. O diagrama a seguir (diagrama 2) ilustra a proposta:

Diagrama 2: SIPOC proposto

Fornecedores	*Entradas*		*Processo*	*Saídas*		*Clientes*
		Requisitos			Requisitos	
Fornecedores de matérias primas	Matérias Prima	Parâmetros de qualidade definidos	Ação de transfromação	Produtos	Parâmetros de qualidade definidos	Cliente

RH	Recursos humanos	Habilidades e conhecimentos pré estabelecidos				
Programação de Produção	Documentação e referências para a produção	Informações compatíveis com a produção e data de entrega		Registros	Informações compatíveis com as ocorrências da produção	

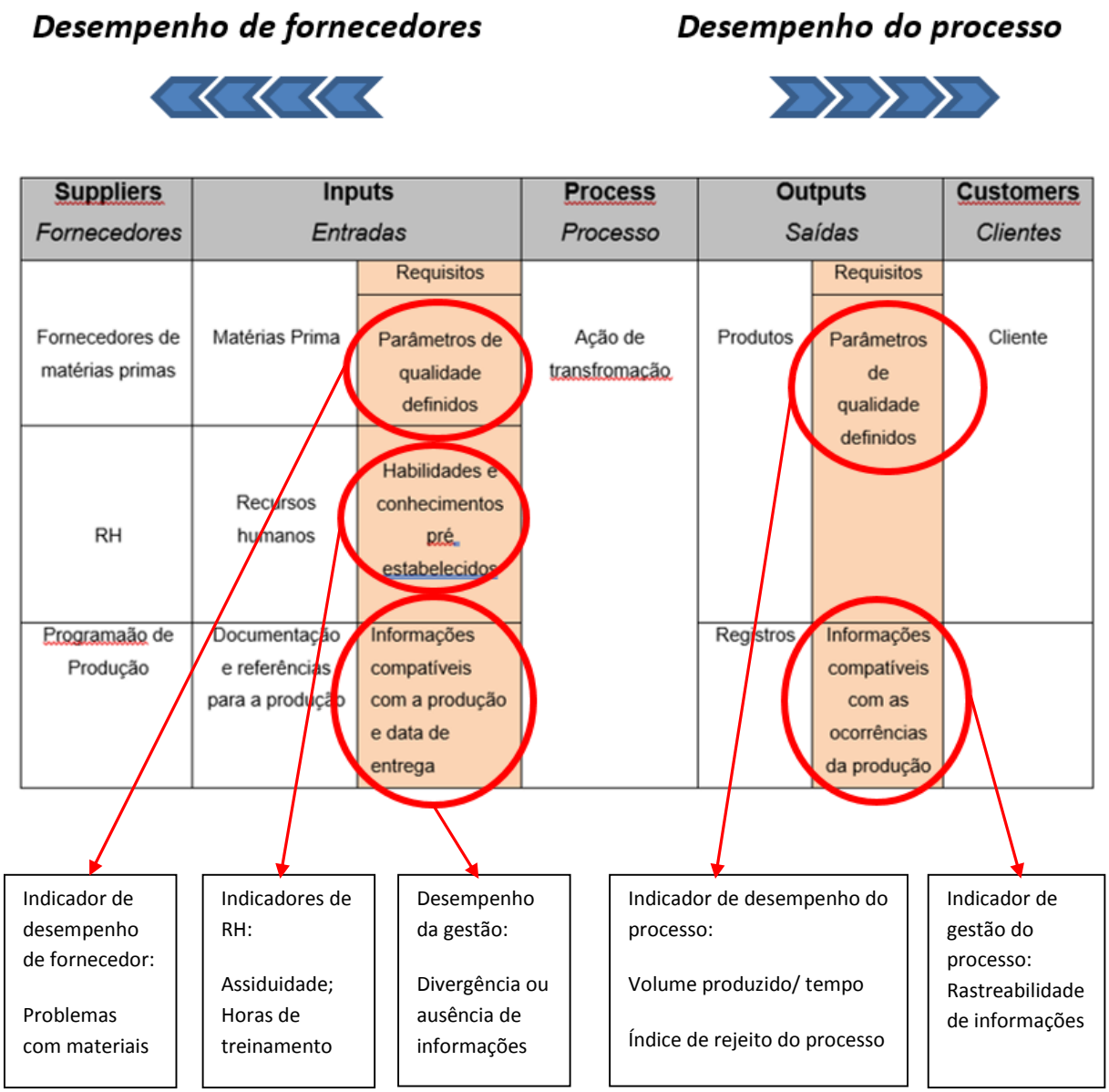
Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Como é possível perceber no diagrama 2, a inclusão dos requisitos nos campos “Inputs” e “Outputs” permite estabelecer critérios de aceitação e/ ou desempenho das entradas e saídas do processo.

A definição dos indicadores de desempenho dos processos deve sempre estar relacionados aos requisitos de entrada e saída. Os requisitos serão uma espécie de contrato para o fornecimento, assim, se os materiais (inputs ou outputs) não estiverem em acordo com os requisitos, eles não devem ser prosseguir no processo, sendo necessário o reprocessamento (retrabalho) ou substituição para manter a continuidade da produção, ou seja, terá impacto direto na produtividade. Dessa forma, fica evidente a qualquer colaborador a importância de suas atribuições no processo (INÁCIO, 2014).

A figura a seguir (figura1) ilustra como deve ser a sistemática para a definição dos indicadores do processo.

Figura 1- Sistemática para definição de indicadores dos processos



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Na sistemática ilustrada (figura 1), pode-se perceber que cada processo possui poucos indicadores e que neles há também a participação da gestão no processo. Ainda observando a figura 1, pode-se notar através do diagrama SIPOC que cada processo necessita de no máximo 4 indicadores macros, sendo eles:

1. Materiais de entrada (matérias primas e insumos)
2. Indicadores de Recursos humanos
3. Produtividade do processo e índice de rejeitos
4. Desempenho da gestão: Qualidade da circulação das informações.

A atribuição das responsabilidades é algo primordial para a não sobrecarga do monitoramento do processo, ou seja, o dono do processo. A ele cabe o monitoramento das entradas e responsabilidades sobre as saídas.

Observando pelo lado do relacionamento cliente-forncecedor interno, todos os processos terão responsabilidades de monitoramento e responsabilidades de atuação, sendo que cada processo é fornecedor de outro processo.

3 APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS

3.1 SIPOC

Dos vários processos existentes numa gráfica, optou-se pelo processo de impressão offset. O processo de impressão offset, hoje é uma das formas mais utilizadas como forma de impressão de embalagens, folhetos, livros e revistas. A partir daí, foi relacionado os fornecedores principais do processo, relacionando suas entradas e as saídas do processo.

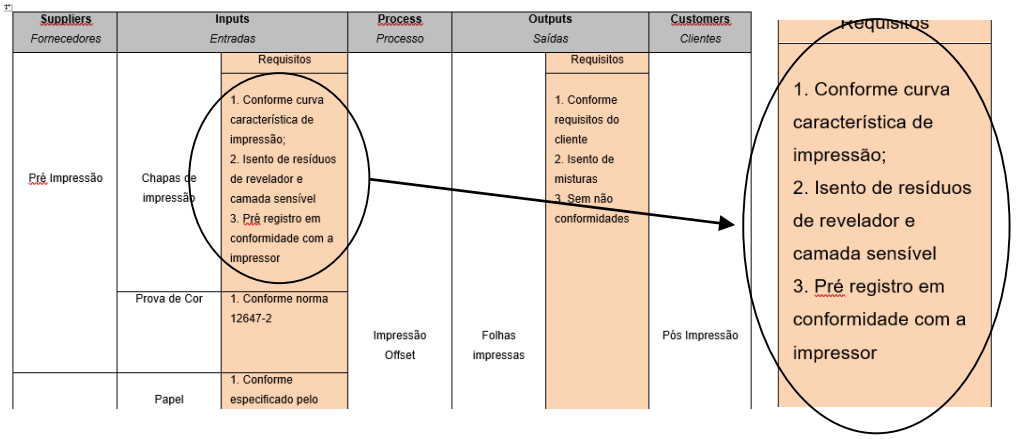
A partir do momento que os fornecedores entregam as entradas, dentro das especificações, o processo tem condições de gerar as saídas de acordo com os requisitos estabelecidos. No SIPOC, os relacionamentos entre estes elementos - *Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers e Requirements* - geralmente é feito de modo visual.

3.2 Definição dos indicadores

Finalizando o preenchimento do SIPOC proposto (Diagrama 4), tem-se a condição de analisar os processos e determinar os pontos críticos e cruciais que interferem diretamente nas saídas do processo. O conhecimento prévio do fluxo produtivo também auxilia na elaboração desse mapeamento.

Uma vez determinado os pontos críticos, é definido também um indicador que possibilite tomar ações rápidas para evitar as perdas de desempenho ou rendimento do processo.

Figura 2: Definição de indicadores com base nos requisitos



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Na figura 2, pode-se observar que uma das entradas para o processo de impressão offset é a chapa de impressão (matriz) e ela possui basicamente 3 requisitos que, pode-se dizer que são críticos para o processo. Sabendo disso, é recomendável que seja definido ao menos um indicador para essa entrada do processo e, o responsável por esse indicador é o fornecedor

Pode-se então, através desse exemplo, definir como indicador para esse item será:

Indicador de chapas de impressão: $\frac{\text{Chapas não conformidade}}{\text{Total de chapas produzidas}}$ **X 100**

Quadro 1 – Definição de indicadores do processo de impressão

Fornecedores	**Indicadores**
Pré-Impressão	$\frac{\text{Chapas não conforme}}{\text{Total de chapas produzidas}}$ X 100
	Relatório de conformidade das provas de cores
Almoxarifado	Papel: $\frac{\text{Total de problemas técnicos}}{\text{Total de lotes fornecidos}}$
	Tintas: $\frac{\text{Total de problemas técnicos}}{\text{Total de lotes fornecidos}}$ Delta E
Recursos Humanos	Assiduidade
	Horas de treinamento
PCP	$\frac{\text{Divergências de informações}}{\text{Total de OP emitidas}}$
	Diferença entre os tempos de setup (mínimo e máximo)
Processo	**Indicador**

Impressão	**Retrabalho .** **Total de OP Produzida**
	Desperdício . **Volume produzido**
	Velocidade média de produção

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Observa-se quadro 1, cada processo pode haver mais de um indicador, sendo que as responsabilidades sobre eles são compartilhadas, dessa forma, estreitando o relacionamento cliente-fornecedor interno. As saídas dos processos dos fornecedores são as entradas dos demais processos, logo, cabe a cada gestor do processo a responsabilidade de atuação sobre os indicadores de saída do processo e monitoramento das entradas.

4 CONCLUSÃO

Tendo em vista a abordagem artigo, é possível concluir que a definição de indicadores seguindo a metodologia SIPOC pode promover uma evolução no processo de comunicação interna, onde, cada setor da empresa saberá da importância da qualidade do resultado do processo na etapa seguinte. As definições dos requisitos para a entrada também esclarecem aos fornecedores internos os parâmetros para a liberação do seu processo e isso garante a satisfação do seu cliente.

A proposta de elaboração do mapa SIPOC é de baixa complexidade, logo para implementar em todos os processos exige dedicação e tempo para sua elaboração. Uma vez pronto, permite analisar o desempenho dos processos e fornecedores além de permitir a identificação de possíveis não conformidades no processo.

Por fim, o mapa SIPOC auxilia os gestores do processo na resolução de problemas, já que nele já estão pré-definidas as responsabilidades e cabe a cada gestor a tomada das ações e o monitoramento de sua eficácia, trazendo dessa forma benefícios para os processos e consequentemente, melhorando o desempenho da empresa.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Gabriela Exupery Virga de, et.al. *Análise da aplicação conjunta das técnicas SIPOC, fluxograma e FTA em uma empresa de médio porte*. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Bento Gonçalves, RS, 2012

CHENG, Ling Chi; MELO FILHO, Leonel Del Rey de – *QFD: Desdobramento da Função Qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos*; Editora Blücher, São Paulo – SP, 2007.

INÁCIO, Marinalda, et al. Análise de risco e identificação de oportunidades de melhoria por meio da implantação do FMEA. XXXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO. Curitiba, PR, 2014.

KOTLER, Philip. KELLER, Kevin Lane. Administração de Marketing: A Bíblia do Marketing. 12 ed. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2006

MARTINIANO, Ricardo. Comunicação empresarial: teoria e pesquisa. São Paulo; Manole, 2007

PALADY, Paul. *FMEA – Análise dos Modos de Falha e Efeitos: Prevendo problemas e prevenindo antes que ocorram*; tradução Outas palavras; IMAM, São Paulo - SP, 5ªEdição, 1997.

RASIS, Dana; GITLOW, Howard S.; POOVICH, Edward. Paper organizars international: a fictitious Six Sigma Green Belt case study. I. Quality Engineering. v. 15, n. 1, p. 127-145, 2002-03.

ROTONDARO, Roberto *Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços.* São Paulo – SP, Atlas, 2002.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. *Criando Cultura Seis Sigma.* Nova Lima, MG: Werkema Ed., 2004

http://mundoqualidade.blogspot.com.br/2010/09/falando-sobre-six-sigma-sipoc.html . Acesso em 07/04/2016 15:42

http://industrialperformance.blogspot.com.br/2015/06/o-diagrama-sipoc-uma-das-ferramentas-do.html . Acesso em 07/04/2016 15:42

A APROPRIAÇÃO DE FRAGMENTOS DAS OBRAS DE ARTE DO PINTOR VINCENT VAN GOGH APLICADAS NA PUBLICIDADE

Rui Antonio Lanfredi Junior[1]

RESUMO

A pesquisa aborda o estudo da intertextualidade das obras bidimensionais do pintor impressionista Vincent Van Gogh, enquanto suporte para o desenvolvimento gráfico da campanha publicitária destinada aos clientes do Banco Santander Van Gogh, preservando a identidade das imagens utilizadas. O processo analisado parte de um movimento artístico, que é o Impressionismo, para chegar até as mídias da campanha do Banco Santander. Esta pesquisa será conduzida a partir do estudo da comunicação, utilizando a fragmentação como parte integrante do estudo da intertextualidade e da linguagem visual. Pretende demonstrar como as imagens das obras artísticas originais foram fragmentadas e materializadas nos espaços físicos empregados nas agências bancárias, propiciando ao destinatário ter uma representação significativa da obra artística de Vincent Van Gogh.

Palavras-chave: Intertextualidade; Artes; Vincent Van Gogh; Publicidade; Comunicação e Design.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste estudo é analisar a apropriação das obras de Vincent Van Gogh aplicadas nos serviços do Banco Santander.

Este artigo será conduzido a partir do estudo da comunicação, utilizando a fragmentação como parte integrante do estudo da intertextualidade e da linguagem visual. Pretende demonstrar como as imagens foram fragmentadas das obras artísticas originais e materializadas nos espaços físicos, propiciando ao destinatário ter em mãos uma representação significativa da obra artística de Vincent Van Gogh.

Na interpretação da utilização dos fragmentos das obras para a campanha publicitária, procuramos responder: Quais os elementos fragmentados na

[1] Mestre em Comunicação pela Universidade Paulista (UNIP) – Instrutor de Práticas Profissionais e docente nos cursos de graduação e pós-graduação da Faculdade SENAI de Tecnologia Gráfica. E-mail: rui.junior@sp.senai.br

intertextualidade foram aplicados na campanha do Banco Santander Van Gogh? Quais foram os textos de origem (pintura) comparados com os textos de chegada (espaço físico)? Como foram selecionados e aplicados os principais elementos gráficos responsáveis pela linguagem visual utilizados nos espaços físicos nas agências do Santander Van Gogh?

Este artigo se propõe analisar ainda como as obras artísticas bidimensionais (quadros) apresentam-se fragmentadas nos elementos visuais empregados num determinado espaço físico da agência bancária, criando uma relação, reconhecida ou não, por meio da verossimilhança ou analogia com as obras impressionistas de Vincent Van Gogh.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este estudo visa analisar mídias[2] criadas como peças publicitárias da campanha do Banco Santander Van Gogh.

Para esta análise, vamos nos apropriar de parte do estudo da imagem[3] que nos permite compreender palavras, imagens e cores em todas as suas dimensões e tipos diferentes de manifestações. Cabe aqui, somente uma análise plástica desta imagem e seus intertextos utilizados na criação destes impressos publicitários. “A publicidade atualiza as necessidades presentes, traduz, exacerba e confere valor aos produtos, tornando-os mais desejáveis [...] é um chamamento” (PEREZ, 2004, p. 114).

De acordo com Gruszynski (2008, p. 38), “Desde os tempos pré-históricos, as pessoas têm procurado modos de dar forma visual a ideias e conceitos, de guardar conhecimento em forma gráfica e de trazer ordem e clareza as informações”.

Quando a análise é aplicada em textos publicitários, tem por objetivo tornar visível o potencial comunicativo que visa explorar os efeitos que este texto está apto a produzir em um receptor. ”[...] o papel da propaganda passou de informar para construir atributos intangíveis em torno dos aspectos e das características dos produtos” (GOVATTO, 2007, p. 83).

> A publicidade não faz outra coisa senão, através das imagens que cria para vender um produto, reafirmar esse grande desejo estético do homem de estar

[2] Mídia, de acordo com TAHARA (2004), é uma palavra derivada do latim que significa meio. Que para ele, no contexto atual, mídia pode indicar a atividade de veicular, o departamento ou profissional que planeja, negocia, executa e controla a veiculação de uma campanha ou ainda os meios ou veículos de comunicação.

[3] “Em semiótica visual, a imagem é considerada uma unidade de manifestação autossuficiente, como um todo de significação, capaz de ser submetido à análise” (GREIMAS, 2011, p. 254).

> sempre correndo atrás de sua própria história, nem que seja como usuário de imagens (AZEVEDO, 1994, p. 30).

Contudo, este estudo servirá para utilização na área da publicidade, mostrando a importância do uso do *design* na composição das campanhas publicitárias. "A quebra de padrões segue a lógica que integra texto e imagem em função de um conceito, o que facilita a legibilidade da peça" (GRUSZYNSKI, 2008, p. 23).

2.1. O uso da intertextualidade de um texto de partida (pintura) com o texto de chegada (campanha publicitária)

A intertextualidade[4] pode ser reconhecida por Kristeva como "um texto que se constrói sempre a partir de outros textos" (NASCIMENTO, 2006, p. 17 apud KRISTEVA, 1974 p. 17).

Sem pretender aprofundar no conceito de intertextualidade, o foco é somente chamar a atenção para o alcance dos procedimentos intertextuais aplicados nos mais variados tipos de textos[5], particularmente os sistemas não-verbais e as chamadas semióticas sincréticas [6] fazendo uso de diferentes códigos ao mesmo tempo, como por exemplo, nos discursos das mídias, o jornal, a televisão e o cinema.

Por isso, optamos por um corpus limitado, mas suficientemente diferenciado para este estudo que tem como objetivo básico a análise da intertextualidade/ ou leitura das imagens não verbais das obras de artes de Vincent Van Gogh aplicadas nas mídias criadas como peças publicitárias da campanha do Banco Santander Van Gogh.

> Todo texto se constrói como um mosaico de citações, todo texto é absorção de um outro texto. Assim, em lugar da noção de intersubjetividade, instala-se a intertextualidade, e a linguagem poética lê-se pelo menos como dupla (NASCIMENTO, 2006, p. 64 apud KRISTEVA, 1974, p.17).

Logo, a intertextualidade, neste caso em específico, está diretamente ligada ao uso de fragmentos de obras de artes (pinturas), aplicados na campanha publicitária promocional, garantindo um selo de qualidade a estes produtos da campanha dos serviços Santander Van Gogh. "São formas artísticas que superam a dimensão da pura técnica, conseguem exprimir sensações e emoções [...]" (MARCONDES, 1985, p. 66).

---

[4] "[...] a obra de arte não é criada a partir da visão do artista, mas a partir de outras obras, já permite melhor perceber o fenômeno da intertextualidade" (GREIMAS, 2011, p. 272).

[5] "Texto: o termo texto é tomado como sinônimo de discurso, o que acontece, sobretudo, em decorrência da interpretação terminológica com aquelas línguas naturais [...]" (GREIMAS, 2011, p. 503).

[6] Para Anna Maria Balogh (2002, p. 27) as semióticas sincréticas são construídas através da relação de várias materialidades e de linguagens diversas, sobretudo do cinema, a TV, o vídeo e a publicidade.

2.2. O uso dos fragmentos intertextuais aplicados na campanha publicitária

Podemos definir fragmento como a utilização de uma parte do todo da obra de arte para criar uma nova composição visual gráfica. Arnheim (1997) considera que um fragmento de pintura pode prender de certa forma a atenção do observador e associar ao assunto.

Os elementos intertextuais utilizados nas peças promocionais foram fragmentos extraídos das obras de arte do Pintor Vincent Van Gogh e aplicados nos espaços físicos veiculadas na campanha publicitária do Banco Santander Van Gogh.

As obras de artes utilizadas como referenciais para esta análise foram:

- "O café noturno em Arles";
- "O café Terrace";
- "O quarto de Van Gogh em Arles".

2.2.1. O café noturno em Arles

O quadro originalmente denominado "Night Café in the place Lamartine in Arles" (Figura 1) está atualmente exposto em Yale University Art Gallery, em New Haven, e está datado de setembro de 1888. No Brasil, ficou conhecido como "Café Noturno" e foi citado como referência intertextual na criação e divulgação do espaço físico utilizado para atender exclusivamente aos clientes preferenciais.

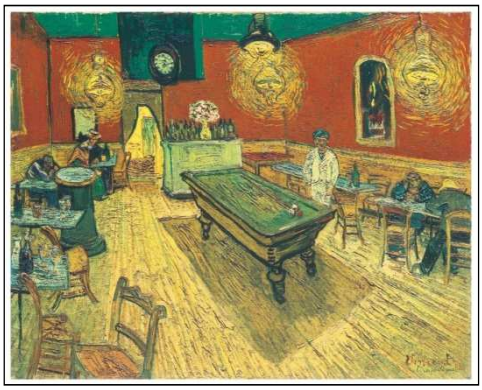


Figura 1 – "O café noturno em Arles"

Fonte: GOGH, Van, 2007.

Van Gogh descreve este quadro em uma carta escrita em 8 de setembro de 1888 para seu irmão Theo. Ele diz que tentou exprimir as terríveis paixões humanas através do vermelho e do verde empregados no quadro. Nesta época, a noite interessava ao artista: "Frequentemente me parece que a noite é bem mais viva e ricamente colorida que o dia" (RUPRECHT, 2002, p. 265).

Podemos assumir que este quadro mostra uma composição que repousa em ponto e contraponto, pois ela possui elementos equilibradores na sua formatação visual. O ponto crucial desta pintura noturna artificial está no retratar a vida noturna da época.

2.2.2. O café Terrace

O quadro originalmente denominado "The Café Terrace at Arles at night" (Figura 2), datado de setembro de 1888, está atualmente exposto na galeria National Gallery, em Londres. No Brasil, ficou conhecido como "Café Terraço Noturno em Arles" e foi citado como referência intertextual na criação e divulgação do espaço físico utilizado para atender exclusivamente aos clientes preferenciais.

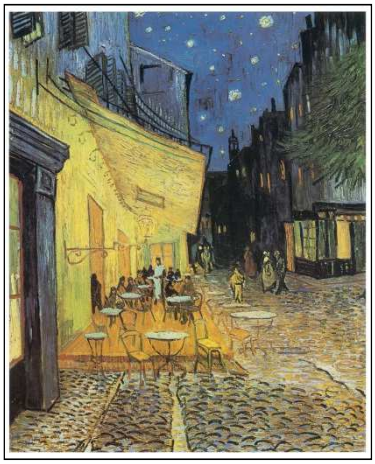


Figura 2 – "O café Terrace"
Fonte: GOGH, Van, 2007.

Logo nesta obra, o pintor mostra a noite por meio do contraste de cor aplicado na pintura. "Pintar á noite, ao ar livre, á luz artificial, é invenção específica de Van Gogh. Com isso, fica em flagrante contraste com a pintura luminosa do impressionismo, acentua a precisão do olhar sobre objetos ao crepúsculo" (WALTHER, 1990, p. 41).

2.2.3. O quarto de Van Gogh em Arles

O quadro originalmente denominado "Van Gogh's Bedroom at Arles" (Figura 3) está atualmente exposto no National Museum Vincent Van Gogh, em Amsterdam, e está datado de outubro de 1888. No Brasil, ficou conhecido como "Quarto de Van Gogh" e foi citado como referência intertextual na criação e divulgação do espaço físico utilizado para atender exclusivamente aos clientes preferenciais.

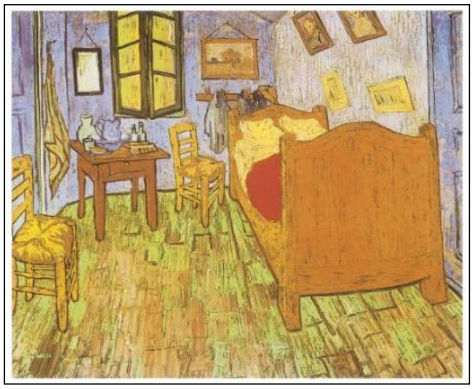


Figura 3 – “O quarto de Van Gogh em Arles”

Fonte: GOGH, Van, 2007.

Contudo, o próprio pintor tenta exprimir com simplicidade até no detalhe do feitio dos móveis um descanso inviolável. Na carta, ele descreve todas as partes minuciosamente: “A madeira da cama e das cadeiras é de um amarelo de manteiga fresca, o lençol e os travesseiros, limão-verde bem claro” (RUPRECHT, 2002, p. 293). Ele também associa constantemente o objeto representado através das cores utilizadas como, por exemplo, o cobertor vermelho escarlate, a janela verde, a mesinha laranja e a bacia azul.

2.3. Metodologia de pesquisa: Estudo de caso

A pesquisa de estudo de caso será utilizada como estratégia para fundamentar este estudo, com análise de obras artísticas, produtos físicos e imagens fotográficas do espaço bancário. Ao analisar a formulação do problema verificou-se a necessidade de um estudo qualitativo como parte integrante da pesquisa em questão.

Objetos da pesquisa*:* *design*, intertextualidade, fragmentos das obras artísticas de Vincent Van Gogh, espaço físico e linguagem visual gráfica.

- Identificar quais são os elementos fragmentados na intertextualidade foram aplicados na campanha do Banco Santander Van Gogh;
- Comparar o texto de origem (pintura) com o texto de chegada (campanha publicitária);
- Relacionar e analisar os principais elementos gráficos responsáveis pela linguagem visual aplicado nos espaços físicos nas agências do Santander Van Gogh;

Instrumentos: Investigação bibliográfica, análise de obras artísticas, demonstração de análise dos espaços físicos das agências bancárias.

Procedimentos:

- Investigações bibliográficas, dissertações, artigos, documentos técnicos, sites e obras artísticas;

- Seleção e análise das imagens dos espaços físicos em questão;

2.4. Resultados e discussão da apropriação de fragmentos das obras do pintor Vincent Van Gogh aplicadas na publicidade

Para analisar uma imagem, uma peça publicitária ou até mesmo um ambiente, é preciso estabelecer um percurso que envolve algumas etapas ou algum procedimento metodológico. O desafio da realização deste tipo de análise se encontra exatamente na transposição de códigos visuais em signo linguísticos, que normalmente são apresentados em formas de textos.

Aqui podemos considerar esta análise da imagem como "A imagem é basicamente uma síntese que oferece traços, cores e outros elementos visuais em simultaneidade" (NEIVA JR, 1994, p. 5).

Vamos primeiramente chamar este ambiente da agência bancária de espaço Santander Van Gogh. Seu criador, Gilberto Strunck, relata:

> Ao criarmos o projeto de ambientação, buscamos priorizar um ambiente convidativo, confortável, leve, clean e contemporâneo. Além disso, procuramos formar um ambiente que incentivasse experiências, promovesse interação e proximidade [...] (CENTENARO, 2010).

Podemos dividir o ambiente físico da agência bancária em cinco partes: o *hall* de entrada, a sala de espera, a sala de estar e a mesa de negociação, mas vamos analisar neste estudo somente a sala de espera e a sala de estar.

2.4.1. A sala de espera

A sala de espera, aqui um ambiente para servir um café, uma bolacha, enfim pode estar diretamente associada aos ambientes mais informais e descontraídos como, por exemplo, um bar. As obras utilizadas como referências intertextuais foram duas: "O café noturno em Arles" e "O café Terrace".

Vamos analisar primeiro "O café noturno em Arles" (Figura 1). Aqui, as texturas, a cor do piso e o posicionamento dos mobiliários são elementos que podemos considerar como intertextuais, muito semelhantes e remetem o café do quadro de Van Gogh à sala de espera das agências bancárias (Figura 4).



Figura 4 – Sala de espera Santander Van Gogh
Fonte: REBRAND. Banco Santander Van Gogh.

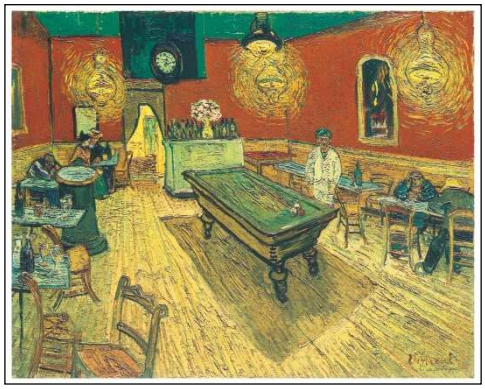


Figura 1 – "O café noturno em Arles"
Fonte: GOGH, Van, 2007.

Temos um mobiliário com características estruturais diferenciadas, porém, com a mesma cor de utilização. Ao fundo, temos um móvel que está posicionado praticamente na mesma posição e com as mesmas proporções e formato. Um possui um vaso de flores com garrafas ao lado, e o outro, possui uma cafeteria e o vaso está posicionado ao lado do móvel no chão.

A textura do piso empregada nos dois textos é muito semelhante à utilizada nas cores dos móveis, do piso e da composição dos elementos em geral, remetendo sempre à obra citada.

> A maior parte de nossa experiência com a textura é ótica, não tátil. A textura não só é falseada de modo bastante convincente nos plásticos, nos materiais impressos e nas peles falsas, mas, também, grande parte das coisas pintadas, fotografadas ou filmadas que vemos nos apresentam a aparência convincente de uma textura que ali não se encontra (DONDIS, 1997, p. 72).

Podemos considerar que a pintura "O café Terrace" (Figura 2), também foi utilizada como uma citação de um elemento intertextual, principalmente pelo atributo das cores de fundo e da textura dos mobiliários utilizados nos ambientes. O próprio Van Gogh define este quadro:

> Um café à noite, visto de fora. Na esplanada estão sentadas pequenas figuras a beber. Uma enorme lanterna amarela ilumina a esplanada, a frontaria da casa, o passeio, e lança luz até ao empedrado da rua que recebe uma tonalidade rosa-violeta. As fachadas das casas da rua, que se prolonga sob um céu estrelado [...] (WALTHER, 1990, p. 46).

No quadro "O café Terrace" a presença do amarelo fica evidente, foi composto por um contraste, do lado esquerdo da obra, o café, e do lado direito, a noite estrelada. Se traçarmos um paralelo da obra com a agência, podemos considerar que foi utilizado o mesmo princípio de composição visual.



Figura 4 – Sala de espera Santander Van Gogh

Fonte: REBRAND. Banco Santander Van Gogh.

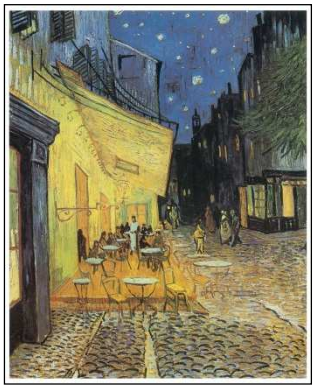


Figura 2 – ”O café Terrace”

Fonte: GOGH, Van, 2007.

Do lado esquerdo da sala de espera (Figura 4) foi aplicada na parede de fundo a cor amarela, remetendo ao café, uma cor muito explorada por Van Gogh e de fácil assimilação do artista. Esta cor, além de associar o ambiente ao pintor e a marca, contém outros significados no tocante psicológico do cliente.

> Amarelo: é uma cor de ótima influencia psicológica. Simboliza a arrogância, a riqueza [...] Tem relação com luz, claridade, bom humor. Colabora na capacidade de realização e da criatividade [...] Apesar da variedade de significados atribuídos ao amarelo nos diversos períodos históricos, o que se evidencia, em todos os tempos é a sua íntima ligação com o ouro, o fruto maduro e o sol [...] (MANCUSO, 2012, p. 122).

As poltronas são confeccionadas na cor marrom, semelhante ao piso e possuem, nas costas do móvel, um aplique em madeira também na cor marrom remetendo a mesma textura do piso.

Temos uma mesinha de apoio branca posicionada ao lado das poltronas com o mesmo formato das mesas utilizadas no quadro, sendo a única diferença é que na agência ela foi produzida em uma escala menor. A proporção foi um recurso utilizado neste caso e o objeto foi reduzido na aplicação deste fragmento. “A escala poder ser estabelecida não só através do tamanho relativo das pistas visuais, mas também através das relações com o campo ou com o ambiente” (DONDIS, 1997, p. 72).

Contudo, as obras utilizadas como referências intertextuais foram duas: “O café noturno em Arles” e “O café Terrace”. Estas obras foram pintadas na mesma época, quando a questão da pintura noturna estava muito presente na vida do pintor Van Gogh. “Passei três noites acordados pintando e depois dormindo durante o dia. Por tudo, uma luta e um contraste dos verdes e dos vermelhos mais diversos. Procurei exprimir com o vermelho e o verde as terríveis paixões humanas” (LASSAIGNE, 1973, p. 75).

2.4.2. A sala de estar

Na sala de estar (Figura 5), o quadro que podemos considerar como uma citação direta foi “O quarto de Van Gogh em Arles” (Figura 3). Esta parte da agência foi desenvolvida com o conceito de uma sala de estar, um local onde o cliente pode se sentir em casa. Para Bachelard (1993, p.145) “todo canto de uma casa, todo ângulo de um quarto, todo espaço reduzido onde gostamos de encolher-nos, de recolher-nos nós mesmos, é, para a imaginação, uma solidão, ou seja, o germe de um quarto, o germe de uma casa”.



Figura 5 – Sala de estar Santander Van Gogh

Fonte: BOTTIGLIERI, Flavio.

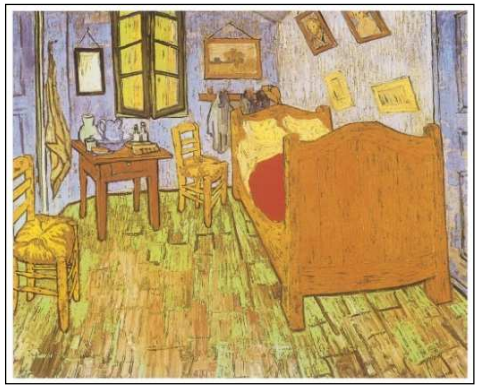


Figura 3 – “O quarto de Van Gogh em Arles”

Fonte: GOGH, Van, 2007.

Neste ambiente de estar, podemos considerar algumas semelhanças e relações entre a obra e o ambiente físico. Como o pintor descreveu seu quarto era um local para repousar. O conceito da agência também é o mesmo relatado pelo criador do espaço Gilberto Strunck (1989), que relata que o motivo principal deste ambiente, é de transmitir a sensação de uma sala de estar. Dentro desta analogia, a disposição dos elementos como mobiliário, quadros e o piso são semelhantes. Vamos traçar um paralelo entre os dois textos.

No quadro, a cama está encostada na parede e representada por um sofá na sala de estar. As duas cadeiras com assento de palha no quadro são representadas por duas banquetas na agência, com uma mesa de centro.

Sobre a cama existem alguns quadros pendurados na parede que foi representado por um único fragmento na sala de estar.

Para demonstrar a semelhança do piso na agência, a sala de estar foi montada sobre um tapete verde recortando e delimitando a área dos demais ambientes. O quarto está pintado sobre um piso de madeira, semelhante ao utilizado na totalidade do piso da agência, porém com umas pinceladas de verde.

> O verde absoluto a cor mais calma que existe. Cor encontrada como tônica na natureza. Tranquila e confortante e equilibra as emoções. Esta imobilidade é a qualidade preciosa que leva, a nos ao repouso [...] Seu poder tranquilizante é até sedativo quando bem dosado, cabe tanto nos ambientes de repouso como de trabalho (MANCUSO, 2012, p. 125).

Neste caso, o tapete serve basicamente para definir o ambiente, já que este tipo de escritório pode ser definido como planta livre.

Logo, podemos associar esta sala de estar com uma casa, um ninho, podendo estar relacionado à própria vivencia do pintor. Van Gogh pintou alguns ninhos, este quadro pode ser um exemplo disto. “O ninho, como toda imagem de repouso, de tranquilidade, associa-se imediatamente à imagem da casa simples (BACHELARD, 1993, p. 111).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo abordou o estudo da intertextualidade das obras bidimensionais do pintor impressionista Vincent Van Gogh, enquanto suporte para o desenvolvimento gráfico da campanha publicitária destinada aos clientes do Banco Santander Van Gogh, preservando a identidade das imagens utilizadas.

Nesta campanha em específico, a utilização de fragmentos como uma citação direta das obras de Van Gogh deixou claro a importância da utilização do elemento intertextual ou do recorte de uma parte da obra original aplicada em uma campanha de produtos industrializados.

Os objetivos iniciais deste estudo eram responder: Quais os elementos fragmentados na intertextualidade foram aplicados na campanha do Banco Santander Van Gogh? Quais foram os textos de origem (pintura) comparados com os textos de chegada (espaço físico)? Como foram selecionados e aplicados os principais elementos gráficos responsáveis pela linguagem visual utilizados nos espaços físicos nas agências do Santander Van Gogh?

Dentro das questões de análise, um recurso empregado como um serviço para agregar e diferenciar o tipo de cliente foi o espaço Van Gogh. Neste estudo, optamos por analisar somente a agência bancária da Cidade Universitária – USP, porque existem pequenas diferenças na aplicação deste *design* visual de interior aplicado nas diversas agências Santander em função da própria particularidade da arquitetura de cada local.

No espaço bancário, o conceito aplicado foi de proporcionar um atendimento exclusivo e personalizado traduzido em um ambiente comercial, mas com

características de uma sala de estar. As obras citadas como referências e analisadas foram pintadas no ano de 1888 com temas espaciais característicos: “O café noturno em Arles”, “O café Terrace” e “O quarto de Vincent Van Gogh”.

A ideia principal, de um local diferenciado que poderia referenciar o conforto e bem estar de uma casa para o cliente, está implícito na composição visual, no emprego dos mobiliários, da iluminação e espaço diferenciado Santander Van Gogh. Na verdade, podemos considerar que a publicidade, neste caso, se encarregou de transformar um quadro bidimensional em uma composição tridimensional, que é o próprio espaço Santander Van Gogh.

Neste estudo ainda, há uma relação da utilização do valor do mundo artístico inserido em um mundo capitalista: o banco criou uma marca para um público de alta renda e diferenciado dos demais clientes associando ao valor financeiro que um quadro de Van Gogh atinge hoje no mercado das artes. A questão cultural, neste caso, também é muito relevante aqui no Brasil, haja vista que somente as classes mais elitizadas possuem acesso direto a artes e as valorizam como tal.

Diante dos resultados desta pesquisa, identificamos outras novas questões sobre transformação das obras artísticas bidimensionais na campanha publicitária por meio do espaço Van Gogh: Quais foram às obras citadas nas propagandas veiculadas na televisão desta mesma campanha? Quais foram os fatores determinantes para a escolha dos fragmentos utilizados na televisão? Como despertar interesse em um público da alta renda para fazer parte destes serviços diferenciados?

Contudo, podemos considerar que esta campanha publicitária do Santander Van Gogh como uma apropriação de fragmentos das obras de Vincent Van Gogh, recortada e aplicada nos serviços publicitários para clientes de alta renda do Banco Santander.

REFERÊNCIAS

ARNHEIM, Rudolf – **Arte & Percepção Visual.** São Paulo, Cengage Learning, 1997.

AZEVEDO, Wilton. **O que é design**. São Paulo: Brasiliense, 1994.

BACHELARD, Gaston. **A poética do Espaço**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1993.

BALOGH, Anna Maria. **O Discurso Ficcional na TV:** Sedução e Sonho em Doses Homeopáticas**.** São Paulo: EDUSP, 2002.

BOTTIGLIERI, Flavio. **3D Design**. Disponível em: <http://www.flaviobottiglieri.com.br/wp/wp-content/uploads/2010/12/2867-800x600.jpg>. Acesso em: 21 nov. 2012.

CENTENARO, Gisele. Dia Comunicação dá um upgrade em sofisticação nos ambientes de alta renda do Santander. **Portal da Propaganda**, 24 fev. 2010. Disponível em: <http://www.portaldapropaganda.com/design/2010/02/0001>. Acesso em: 28 jan. 2013.

DONDIS, A. Donis. **Sintaxe da Linguagem Visual.** São Paulo: Martins Fontes, 1997.

GOGH, Van. **Painting and Drawings CD-ROM and Book**. Dover Publications Inc. New York, 2007.

GOVATTO, Ana Claudia Marques. **Propaganda responsável:** é o que todo anunciante deve fazer. São Paulo: Senac, 2007.

GREIMAS, A. J. e Courtés, J. **Dicionário de semiótica**. São Paulo: Editora Contexto, 2011.

GRUSZYNSKI, Ana Cláudia. **Design Gráfico:** do invisível ao ilegível. Editora Rosari, São Paulo, 2008.

JOLY, Martine. **Introdução à análise da imagem.** Campinas, Editora Papirus: São Paulo, 1996.

KRISTEVA, Julia (1974-a). Introdução à Semanálise. São Paulo: Perspectiva, 1984.

LASSAIGNE, Jacques. **VINCENT VAN GOGH**. São Paulo: Editora Três, 1973.

MANCUSO, Clarice. **Arquitetura de interiores e decoração; A arte de viver bem.** 9 ª ed. Porto Alegre, 2012.

MARCONDES FILHO, Ciro. **O que todo cidadão precisa saber sobre ideologia.** São Paulo: Global, 1985.

NASCIMENTO, Geraldo Carlos do. **A intertextualidade em atos de comunicação**. São Paulo: Annablume, 2006.

NEIVA JR, Eduardo. **A Imagem**. São Paulo: Editora Ática, 1994.

PEREZ, C. **Signos da Marca**. São Paulo: Thomson Pioneira, 2004.

REBRAND. **Banco Santander Van Gogh**. Disponível em: <http://www.rebrand.com/notable-baco-santander-van-gogh>. Acesso em: 21 nov. 2012.

RUPRECHT, Pierre. **Van Gogh, Vincent, 1853-1890. Cartas a Théo**. Porto Alegre:Editora L&PM Pocket. 2002.

STRUNCK, Gilberto Luiz Teixeira Leite. **Identidade Visual a Direção do Olhar**. Rio de Janeiro: Editora Europa, 1989.

TAHARA, Mizuho. **Contato imediato com mídia**, 8°ed. São Paulo: Editora Global, 2004.

WALTHER, Ingo F. **Vincent Van Gogh 1853-1890 Visão e Realidade.** Germany: Benedikt Taschen, 1990.

AUTOMAÇÃO DE PEÇAS SOBRE INJETADAS COM INSERTOS METÁLICOS UTILIZANDO MÁSCARA DE ROBÔ *TRANSFER*

Marcos Rogério Ziliani[1]

RESUMO

O processo de injeção de peças plásticas sobre injetadas é utilizada nas mais variadas aplicações no segmento industrial, desde auto peças, até de componentes eletrônicos. Processos de injeção de plásticos são competitivos quando o ciclo de operação é otimizado, o ciclo produtivo de peças sobre injetadas é ainda mais significativo, pois depende de mais operações. Diante desse fato o objeto de estudo foi o desenvolver uma máscara de robô tipo *transfer,* a fim de otimizar o processo produtivo de peças sobre injetadas, propiciando qualidade e segurança com alta produtividade.

Para que fosse possível viabilizar o projeto foi desenvolveu-se um protótipo em escala real, a fim de certificar o funcionamento da pinça tipo *transfer* e posteriormente montar a máscara tipo *transfer.* Por meio dos estudos foi possível observar ganhos de produtividade, qualidade e de segurança do trabalho, utilizando apenas o conceito de máscara *transfer* e robô de eixos cartesianos, que culmina em baixo investimento se comparado aos métodos tradicionais de automação de peças com insertos.Por meio dos resultados obtidos deste estudo, demonstrou-se que é possível automatizar o processo de fabricação de peças sobre injetadas, utilizando-se máscara tipo *transfe*r e um robô acoplado à máquina injetora.

Palavras-chave:Máscara. Robô. Automação. Peças com Insertos.

1. INTRODUÇÃO

O tema do trabalho apresentado consiste na automação de peças sobre injetadas com insertos, cujo objeto de estudo é a utilização de máscara tipo *transfer*.

A relevância deste trabalho é a oportunidade do estudo de automação de peças sobre injetadas com insertos de diversas formas, utilizando-se o mínimo de recursos físicos e financeiros, sem a necessidade de aparatos complexos de automação,

[1] Graduado em Administração de Empresas (UNIÍTALO) –Professor nas Faculdades SENAI. E-mail: marcosziliani@gmail.com

simplesmente utilizando a mão de obra, o robô, a máquina e máscara tipo *transfer* para o atendimento produtivo.

2. A METODOLOGIA

A metodologia utilizada consistiu no projeto e na confecção da máscara tipo *transfer*, em comparar o processo produtivo com e sem a automação, custear o processo de automação, bem como o custo produtivo com e sem a automação, a fim de custear a automação tradicional e automação simplificada utilizando a máscara tipo *transfer* proposta neste trabalho.

Pretendeu-se dar respostas as seguintes hipóteses: reduzir o custo de fabricação, utilizando recursos acessíveis, melhorar a segurança no trabalho, aumentar o rendimento operacional, melhorar e manter constante a qualidade produtiva, diminuir gastos para automatizar o processo de sobre injeção e utilizar aparatos de automação mais simples que os tradicionais.

2.1. Métodos

2.1.2. Protótipo

Para a confecção do protótipo foi criado um modelo em *solidworks*. Após esta fase iniciou-se a usinagem das peças e a montagem do sistema. A importância da execução do modelo em computador justifica-se pelo fato de se executar um modelo virtual, economizando-se tempo, dinheiro e facilitando a adequação, minimizando erros de execução.

A Figura 1, descrição do modelo em *Solidworks*

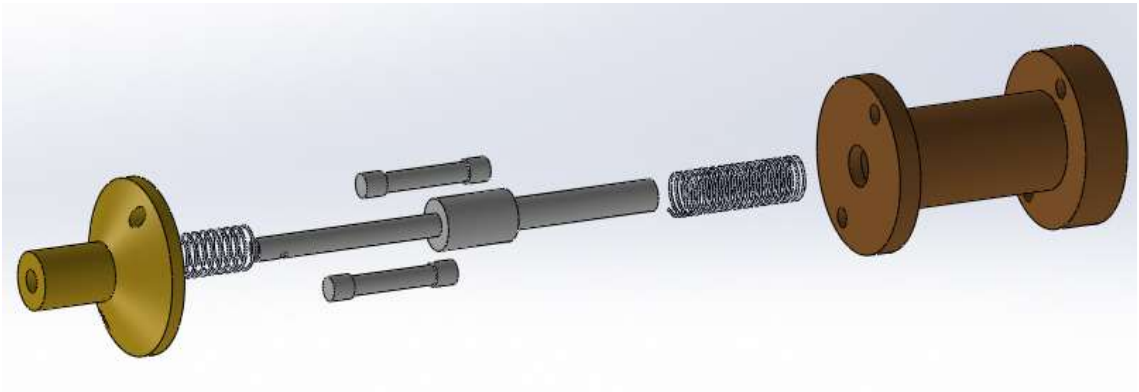


Figura 1 – O autor

Com relação ao alojamento do molde, também foi feito um modelo de encaixe adaptado a pinça tipo *transfer*. O requisto básico no molde para a recepção dos

insertos é:, ter o perfeito encaixe, sem que haja movimentação do mesmo. Para isso se faz necessário o convite da pinça *transfer*, juntamente com o pino do molde. Além do convite é necessário que o inserto fique alojado sem a movimentação. Neste caso, foi utilizado um imã de acordo com o item a,b e c da Figura 2.

Após a criação do modelo foi possível extrair os desenhos e confeccionar o modelo protótipo *transfer* por meio da usinagem das peças. A Figura 3 ilustra o protótipo usinado.

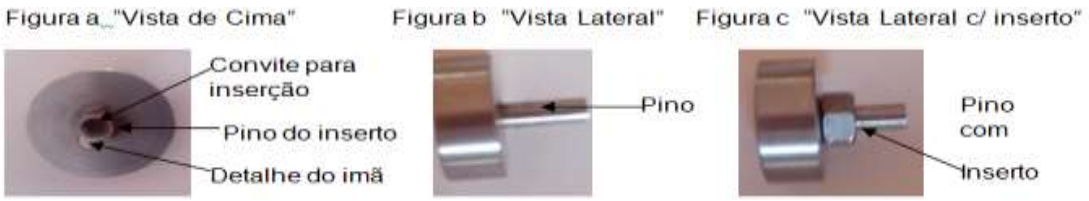


Figura 2 – Alojamento do Molde

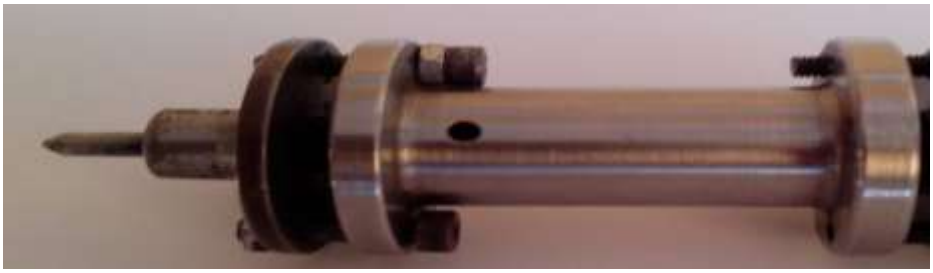


Figura 3 – Protótipo *tranfer*

3.FUNCIONAMENTO DO PROTÓTIPO

O operador coloca o inserto na pinça *transfer* de forma manual, o inserto é travado na pinça por meio de esfera ou imã, de acordo com o projeto. Desta forma ao movimentar a pinça transfer para o alojamento do molde, o mesmo encontra o alojamento do molde, ou seja, existe um convite natural (macho e matriz) entre a pinça *transfer* e o molde. Ao pressionar o alojamento do molde a pinça transfere o inserto para o molde que fica fixa à parte magnetizada do molde. Ao retirar a pressão, a pinça sai do molde e o inserto fica pronto para receber a injeção de polímero fundido.

3.1. Passo a Passo do Sistema de Máscara *Transfer*

A Figura 4 descreve passo a passo o funcionamento do sistema *transfer*.



A primeira fase, diz respeito a alimentação da pinça com o inserto a ser transferido.

Após esta fase a pinça é direcionada ao molde.



Na segunda fase a pinça é pressionada ao molde, e cede pelo efeito da mola, fixando no molde pelo efeito do imã. Nota- se que a pinça têm molas internas e externas.

Figura 4 – Passo a Passo do Funcionamento

3.2. Método de Fabricação Manual

No estudo a seguir realizou-se a fabricação da Capa de Correia, utilizando-se o operador para a retirada da peça e a colocação dos insertos de forma manual, o que diminui a segurança, produtividade e qualidade. A seguir a Figura 5 , mostra o roteiro de trabalho manual para a fabricação da Capa de Correia e suas principais etapas.

Roteiro Manual

PRODUTO: TAMPA DA CORREIDA DENTADA

CARACTERISTICAS: PEÇA INJETADA EM POLIAMIDA 6,6 COM 15% DE CARGA MINERAL+INSERTOS

Nº	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	TEMPO	FOTO
1	ABRIR A PORTA,ALIMENTAR O MOLDE 4 PORCAS E 4 ARRUELAS, DE FORMA MANUAL NAS RESPECTIVAS POSIÇÕES.	22 SEG.	
2	REMOVER A PEÇA DO MOLDE DE FORMA MANUAL.	4 SEG.	
3	FECHAR A PORTA DA MÁQUINA E APERTAR O BOTÃO DE RECICLO	2 SEG.	

Figura 5 – Roteiro de Trabalho Manual

3.3. Método de Fabricação utilizando máscara *tranfer*

No estudo a seguir foi utilizado o objeto de estudo a fabricação da Capa de Correia, utilizando um robô para a retirada da peça e a colocação dos insertos por meio de alimentação tipo *transfer*. Dentro deste estudo, observa-se uma redução de quebra de qualidade para a ordem de 2% ganho produtivo na ordem de 43%. Observa-se que o uso de *transfer* para a automação, exige um investimento muito menor se comparado a outros métodos . A seguir a Figura 6 mostra o roteiro de trabalho para a fabricação da Capa de Correia com alimentação *transfer* e suas principais etapas. Se faz necessário enfatizar que a alimentação na máscara, gasta um tempo fora de processo, lembrando que a transfência no molde por meio do sistema transfer, se mostra extremamente rápida e eficiente.

Roteiro de Operações Utilizando Máscara Tranfer

PRODUTO: TAMPA DA CORREIDA DENTADA

CARACTERISTICAS: PEÇA INJETADA EM POLIAMIDA 6,6 COM 15% DE CARGA MINERAL+INSERTOS

N.º	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	TEMPO	FOTO
1	ALIMENTAR MÁSCARA DO ROBÔ COM 4 PORCAS E 4 ARRUELAS, DE FORMA MANUAL NAS RESPECTIVAS POSIÇÕES.	15 SEG.	
2	APERTAR BOTÃO PARA RECICLO DO ROBÔ.	2 SEG	
3	COLOCAÇÃO DOS INSERTOS ATRAVÉS DO ROBÔ, UTILIZANDO MÁSCARA TIPO TRANSFER.	2 SEG.	
4	REMOÇÃO DA PEÇA, UTILIZANDO O ROBÔ.	2 SEG.	

Figura 6 – Roteiro de Trabalho com Máscara *Transfer*

4. MÁSCARA *TRANSFER*

A máscara *transfer* pode ser definida como um conjunto de peças, montados de forma a transferir o inserto de fora da máquina injetora, colocando diretamente no molde. Sendo sua colocação de maneira prática, precisa, com repetição, econômica e de baixa manutenção. O conceito da máscara *transfer* utiliza somente elementos mecânicos, diferentemente dos tradicionais que normalmente utilizam a pneumática como fonte de movimentação. Uma maneira inovadora e diferente de tudo que se observa no segmento de peças sobre injetadas.

4. 1 Compontentes da Máscara Transfer

A máscara tipo *transfer* é composta de um conjunto de peças sobre montadas, utiliza molas para transferir o inserto para o molde e também compensar qualquer esforço além do programado. Este diferencial facilita na programação do robô e também absorve pequenas variações do processo de inserção. A Figura 7 mostra as peças que compõem o conceito *transfer* e a Figura 8 ilustra a montagem, bem como sua funcionalidade.

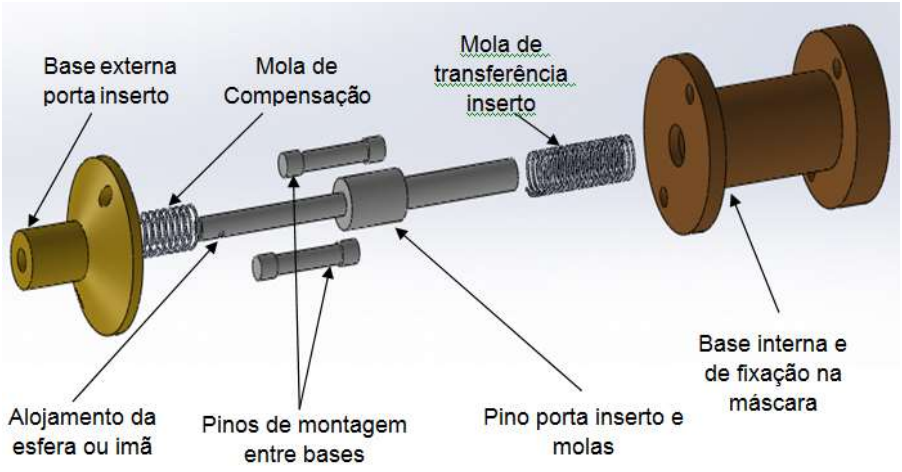


Figura 7 – Componentes da Máscara*Transfer*

O sistema pode ser montado de acordo com a necessidade do projeto, suas distâncias, número de insertos, dimensões entre outros fatores serão levados em consideração na montagem da máscara. Normalmente as distâncias são extraídas do distanciamento através do projeto do ferramental e utilizadas para o projeto de montagem da máscara *transfer*.

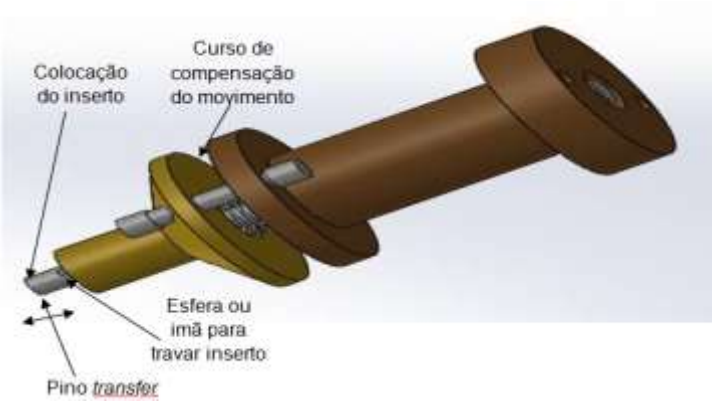


Figura 8 – Funcionamento da máscara *transfer*

5. APLICAÇÃO DA MÁSCARA *TRANSFER*

Foi confeccionada máscara de robô tipo *transfer* para uma aplicação de Capa de Correia, onde foram estudadas as coordenadas dos insertos metálicos a fim de posicionar de maneira correta no molde. As pincas tipo *transfer* são montadas na máscara, obedecendo as coordenadas e o tipo de inserto a ser aplicado. A Figura 9a mostra a garra de inserção tipo *transfer* montada, enquanto a Figura 9b, mostra a máscara em explosão, podendo ser possível visualizar seus componentes.

Figura a Figura b

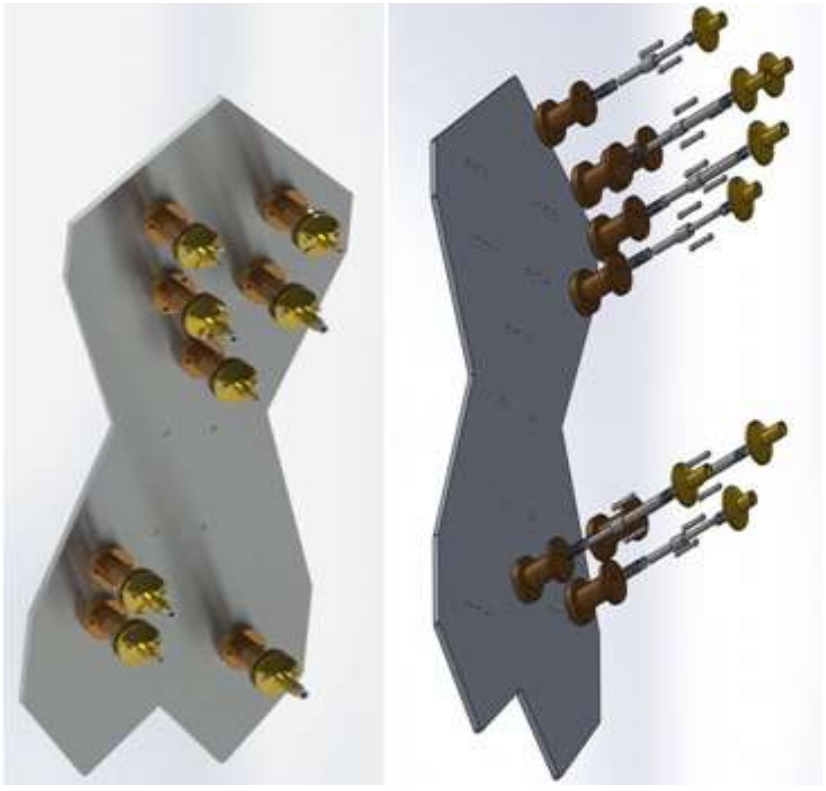


Figura 9 – Máscara *transfer* para capa de correia

5.1 Garra Extração para Capa de Correia

Foi confeccionada máscara de extração para a capa de correia, sendo utilizadas, duas ventosas e uma garra para o canal. O posicionamento das ventosas possibilita a retirada da peça do molde e monitora a moldagem, assim como a garra do canal possibilita a descarga do mesmo em um moinho. A Figura 10 ilustra a retirada da peça do molde por meio das ventosas e da garra do canal.



Figura 10 – Máscara de extração para capa de correia

5.2 Insertos utilizados para fabricar acapa de correia

A Capa de Correia, é uma peça que requer a fixação no motor, portanto a fixação é feita por meio de parafusos e isso exige do produto, porcas e buchas de desempenho elevado e facilidade de moldagem. Desta forma se faz necessário a sobre injeção de plásticos. A Figura 11 ilustra a porca M6 e a Figura 12 ilustra a buchas recartilhadas.



Figura 11–*Porca M6*



Figura 12 – Bucha recartilhada

5.3 Capa de Correia Sobre injetado

A Capa de Correia é sobre injetada, utilizando a injeção de poliamida 66 com 15% de carga, por meio de uma máquina injetora e sobre injetado com 4 porcas M6 e 4 buchas, de acordo com a Figura 13.



Figura 13 – Capa de correia sobre injetada

5.4 Valores de Investimento

A atratividade da automação através de máscara tipo *tranfer*, fica evidente quando comparados aos métodos tradicionais. O gasto de projeto e fabricação é muito inferior ao praticado da forma tradicional. A figura 14, ilustra o comparativo entre as mascaras em valores reais e sua representação em percentual.

TABELA DE CUSTO COMPARATIVO ENTRE MÁSCARAS	
Custo da máscara com alimentadores em R$: 110.000,00	100 %
Custo da máscara com magazine em..... R$: 50.000,00	45,45 %
Custo da máscara transfer ..... R$: 3436,48	6,87 %

Figura 14 – Custo comparativo das máscaras

6.CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento desta pesquisa e análise dos resultados obtidos por meio da automação com o uso da máscara tipo *transfer*, foi possível evidenciar a viabilidade do seu funcionamento, observando vantagens competitivas em relação aos métodos tradicionais. O baixo investimento, a facilidade de execução do projeto, aliada a baixa manutenção com aumento significativo da qualidade, produtividade com segurança de processo, deixa muito atrativo aos pequenos e médios moldadores.

Nos dias atuais a automação deve estar presente em qualquer indústria de transformação de plásticos, as indústrias precisam sobreviver aos baixos custos praticados pelos seus concorrentes, sejam eles locais ou globais, para tal se faz

fundamental a redução de custos de fabricação com aumento de qualidade e produtividade.

Observa-se que a automação visa diminuir o contato do homem com o risco operacional, e com isso melhora as condições de trabalho, deixando operacional focado em tarefas mais técnicas e de menor repetição.

O grande diferencial e a atratividade do desenvolvimento deste projeto, se dá pelo baixo custo de implementação, rapidez na transferência de insertos no molde sem utilizar grandes aparatos tecnológicos. O autor já utiliza este tipo de conceito e pretende através deste estudo patentear o conceito *transfer* idealizado.

REFERÊNCIAS

As referências são apresentadas em ordem alfabética de autor e alinhadas somente à margem esquerda.

ABIMAQ, 70 anos. **A história das máquinas.** São Paulo: MAGMA, 2006.

NEVES, C.; DUARTE, L.;VIAN, N.; LUCENA, V. R. **Os dez maiores desafios da automação industrial: As perspectivas para o futuro** Disponível em:<www.redenet.edu.br/publicacoes> Acesso em: 19 de julho de 2014.

VIANNA, M. L. R.; ANGELO, E; ANGELO, G. **Mecânica**. 4. vol. Centro Paula Souza: *Padre Anchieta*, 2011.

PAREDE, I. M.; GOMES, L. E.;. **ELETRÔNICA**. 6. vol. Centro Paula Souza: *Padre Anchieta*, 2011.

EUROMAP, **Recomendações Técnicas e Figuras.** Disponível em:< www.euromap.org > Acesso em: 25 de julho de 2010.

AQUARIUS, **Controladores lógicos programáveis.** Disponível em:< www.aquarius.ime.eb.br/~aecc/Automacao/Controladores_Logicos_Programaveis.> Acesso em 19 de julho de 2014.

ITW, **Abastecimento aéreo das Injetoras.** Disponível em:< www.itw.com.br/.> Acesso em 20 de julho de 2014.

TUDO SOBRE PLASTICOS, **Remoção manual de peças injetadas.** Disponível em:< www.tudosobreplasticos.com.> Acesso em 20 de julho de 2014.

SHOEMAKER, J. **Moldflow Design Guide: a resorce for plastic engineers**. Munchem: Hanser, 2006

ROSATO, D. V. et al. **Injection Molding Handbook**.3 ed. Massachusetts: Kluwer academy publishers, 2000.

SSA, **Remoção por robô.** Disponível em:< www.ssaautomacao.com.br.> Acesso em 20 de julho de 2014.

MEBIUS, **Remoção de peças e colocação de insertos por robô.** Disponível em:< www.mebius.com.br.> Acesso em 20 de julho de 2014.

ARBURG, **Máquina Injetora e especificação.** Disponível em:< www.arburg.com.br.> Acesso em 20 de julho de 2014.

WITTMANN, **Especificação robô cartesiano.** Disponível em:< www.wittmann-group.com.> Acesso em 20 de julho de 2014

ROMI, **Máquina injetora.** Disponível em:< www.romi.com.br.> Acesso em 23 de agosto de 2014

HARPER, C. A. **Modern Plastics Handbook**. New York: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 2000.

*MANRICH, Sílvio**. **Processamento de Termoplásticos**. São Paulo: Artiliber, 2005*.

SORS, L. et al. **Plásticos Moldes e Matrizes**. São Paulo: Hemus, 2002.

AUTOMAÇÃO DO SISTEMA DE EXPEDIÇÃO DE AÇÚCAR

Jurandir Ap. Azevedo do Nascimento[1]
José Sérgio de Medeiros[2]
Paulo José Rodolpho[3]

RESUMO

O sistema ferroviário caracteriza-se por sua capacidade de transportar grandes volumes, com elevada eficiência energética, principalmente em casos de deslocamentos a médias e longas distâncias, diminuindo em cerca de 60% a emissão de poluentes na atmosfera. Com um aumento de 10,7% na exportação do açúcar, passando de 1,596 milhão de toneladas, de Março de 2017, para 1,767 milhão de toneladas em Março de 2018 (Globo Rural 02/05/2018) justifica-se a atenção dada à essa plataforma. Atualmente o processo de expedição do açúcar é realizado por operadores que ficam no local recebendo informações, por rádios, de como descarregar o produto nos vagões. Esses operadores ficam expostos ao pó de açúcar, aumentando o risco de acidentes, erros e falhas no processo, implicando também na má acomodação do produto nos vagões. Com a automação do carregamento do vagão, utilizando sistema de balança *Tolflux* 9600 e a incorporação de sensores de distância óticos fotossensíveis controlados por CP, é possível verificar um aumento no abastecimento de aproximadamente 11 para 17 vagões/h, assim como eliminação do problema de segurança, pois o operador não está mais vulnerável ao ambiente de carregamento. A respeito da distribuição do açúcar nos vagões, alcançou-se a uniformidade pretendida, aumentando assim a estabilidade no deslocamento do comboio. Os resultados obtidos com a automação no processo de expedição do açúcar, podem ser de grande relevância para atingir os objetivos das usinas sucroalcooleiras, no que tange a competitividade, segurança e meio ambiente.

Palavras-chave: Açúcar. Ferrovia. Logística. Automação.

[1] Pós-graduado em Automação da Manufatura – jaan_azevedo@gmail.com
[2] Pós-graduado em Administração de Empresas – Instrutor de Formação Profissional III –SENAI Antonio Adolpho Lobbe. E-mail: jose.smedeiros@sp.senai.br
[3] Mestre em Engenharia Mecânica pela USP-São Carlos. Instrutor de Formação Profissional III –SENAI Antonio Adolpho Lobbe. E-mail: paulo.rodolpho@sp.senai.br

1. INTRODUÇÃO

Uma parcela do escoamento do açúcar no estado de São Paulo é realizada através do modal ferroviário, saindo da usina e sendo encaminhada ao porto de Santos, onde o produto é destinado a outros países por navios. Observa-se que é possível o aumento na quota de mercado da ferrovia para a movimentação do açúcar para exportação no estado de São Paulo. Segundo Valor Econômico (2010), o aumento na utilização da malha férrea já estava sendo estudado e colocado em prática, com investimentos e acordos realizados como do grupo São Martinho com a Rumo Logística, que previa a ampliação da capacidade de escoamento de 800 mil toneladas por safra em 2010, para 2 milhões de toneladas para 2012. O mercado não está inerte, como retrata a revista Globo Rural (maio de 2018), destacando que houve um aumento de 10,7% na exportação do açúcar, passando de 1,596 milhão de toneladas, de Março de 2017, para 1,767 milhão de toneladas em Março de 2018. Podendo-se assim afirmar, a importância desta plataforma no processo de transporte do produto.

Com esse cenário se desenhando, uma análise mais criteriosa no processo de escoamento do açúcar trona-se necessário, objetivando torná-lo mais produtivo, econômico e seguro.

O presente artigo teve como foco o processo de operação de enchimento dos vagões e do descolamento pela via férrea. Nas análises realizadas foi possível a identificação de pontos de melhorias, como:

- A segurança do operador na realização das ações necessárias para efetivação da tarefa, sendo que o mesmo executava seu trabalho no ambiente onde são carregados os vagões, recebendo informações, via rádio e controlando o abastecimento. Como o operador ficava exposto diretamente ao pó de açúcar, aumentava consideravelmente os riscos de acidentes, erros e falhas no processo;
- A acomodação do açúcar nos vagões não era feita de forma uniforme, causando esforços na movimentação dos vagões em deslocamento pela malha ferroviária;
- Como boa parte do processo era feito e gerenciado manualmente, o tempo de enchimento poderia ser mitigado aumentando seu nível de automação;
- Se pensarmos no meio ambiente, a utilização do modal ferroviário, minimiza substancialmente a emissão de poluentes na atmosfera em cerca de 60%.

Com base nos dados levantados, diligenciaram-se alternativas viáveis objetivando automatizar o sistema de carregamento dos vagões com açúcar a granel, com vistas a atingir as possíveis melhorias levantadas.

Para a efetiva automação desse processo, procurou-se uma alternativa que viesse a resolver, senão a totalidade, parte dos itens levantados. A utilização do sistema de balanças *Tolflux* 9600 e a incorporação de sensores de distância óticos fotossensíveis, para a pesagem e monitoramento da acomodação do açúcar nos vagões, elementos esses controlados por um CP, mostrou-se eficaz, possibilitando o aumento no abastecimento de 12 para 17 vagões por hora, bem como a eliminação do risco sofrido pelo colaborador, tendo em vista que o mesmo não se encontra mais no mesmo ambiente do carregamento. Foi possível também, com a acomodação uniforme do açúcar nos vagões, sensível melhora na estabilidade no deslocamento do comboio.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para o desenvolvimento deste projeto, análises em determinados assuntos foram necessárias, tendo como propósito a prospecção de ações que pudessem perfazer os objetivos desejados. Os pontos mais importantes estão descritos a seguir:

Logística

Na década de 50 aproximadamente, a logística apresentou uma evolução continuada, sendo hoje considerada um dos elementos-chave na estratégia competitiva das empresas. No seu surgimento foi confundida com o transporte e a armazenagem dos produtos. Nos dias de hoje é o ponto decisivo da cadeia produtiva integrada, atuando de acordo com o conceito de Gerenciamento da Cadeia de Suprimento (GCS) (NOVAES, 2007).

Segundo Ballou (2006) define a logística/cadeia de suprimentos como um conjunto de atividades que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual as matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, dos quais se agrega valor ao consumidor.

A cadeia de suprimentos engloba todos os estágios envolvidos, direto e indiretamente no atendimento de um pedido do cliente. Não inclui apenas fabricantes e fornecedores, mas também transportadores depósitos varejistas e os próprios clientes. Em uma fábrica, por exemplo, a cadeia de suprimentos inclui todas as funções envolvidas no pedido do cliente

como desenvolvimento em novos produtos, marketing, operações, distribuição, finanças e o serviço de atendimento ao cliente (CHOPRA E MEINDL, 2003).

O transporte representa um componente vital do projeto de gerenciamento dos sistemas logísticos, que em geral, constituem entre um e dois terços dos custos operacionais. Alguns meios de transportes que podem ser utilizados pelos usuários são: modais, aéreos, rodoviários, aquaviários, ferroviários e dutoviário, sendo que os mesmos podem ser arrendados ou alugados pelos usuários dependendo do seu ramo e de sua necessidade (BALLOU, 2006).

O desempenho do transportador é avaliado de acordo com o manuseio das cargas em terminais de embarque e na rapidez de cada transportadora, descritos em termos de tempo de carga em trânsito e variabilidade de perdas e danos (BALLOU, 2006).

Transporte de Matéria Prima

Com a crescente exportação do açúcar, os terminais onde são feitos os carregamentos demandam um alto esforço e constantes análises em seus equipamentos. Seja para prevenção, eficiência e/ou eficácia dos processos envolvidos. Desta forma a escolha do meio de transporte é ponto fundamental para a obtenção de valores competitivos e qualidade na entrega dos produtos ao cliente, buscando sua satisfação.

As empresas buscam constantemente aumentar a eficiência de seus processos, utilizando meios tecnológicos para obter resultados de produção cada vez mais significativos. No transporte do açúcar, a modernização dos processos torna-se fundamental, como a atualização do sistema de pesagem para a expedição de produtos a granel para os armazéns. Fazendo com que essas unidades tenham um controle melhor na pesagem obtendo assim o lucro desejado, confiabilidade nos equipamentos, baixo índice de retrabalho, que irão impactar diretamente no lucro final para a empresa (TOLEDO DO BRASIL, 2017).

Desta forma podemos afirmar que a modernização pretendida só poderá ser alcançada com o auxílio da automação, que vem ao encontro das necessidades na busca incansável da melhor maneira de se realizar ações relacionadas ao processo a à serem realizados.

Automação Logística

A automação é a aplicação de técnica computadorizada ou mecânica, que tem como finalidade minimizar o uso de mão obra em qualquer processo, especialmente nas linhas de produção, diminuindo o custo, aumentando a produtividade e garantindo segurança em um processo (BANZATO, 2005).

Ainda segundo Banzato (2005) existem várias possibilidades para automatismo de movimentação de materiais, algumas delas aparecem como soluções padrão no mercado industrial, ou ainda podem ser desenvolvidas sob medida, onde a criatividade para desenvolver tais sistemas não tem limite. As soluções de fluxo de materiais e fluxo de informações estão totalmente envolvidas com o grande desafio de integração nesse processo, identificando e comprometendo todos os integrantes da cadeia de abastecimento que se beneficiarão com os investimentos em automação.

Dispositivos de captação de sinais e controle dos mesmos são necessários para a efetiva automação dos processos, equipamentos como CPs e as redes que os conectam são largamente utilizados para alcançar tais objetivos.

Controlador Programável

O controlador programável, ou simplesmente CP, pode ser definido como um dispositivo de estado sólido, um computador industrial, capaz de armazenar instruções para implementação de funções de controle, além de realizar operações lógicas e aritméticas, manipulação de dados e comunicação em rede, sendo utilizado no controle de sistema automatizado.

Podemos considerar CP um computador projetado para trabalhar no ambiente industrial. Os transdutores e os atuadores são conectados a robustos cartões de interface (FRANCHI E CAMARGO, 2009).

As comunicações entre os dispositivos responsáveis pela automação podem se dar de forma simples, como a comunicação ponto a ponto, deixando o CP centralizado no sistema, ou de forma mais sofisticada, onde a rápida evolução da eletrônica e da engenharia de software e a miniaturização de componentes e peças possibilitaram o desenvolvimento dos sistemas de automação distribuídos com redes de campo industriais. Componentes com alto desempenho, tais como microprocessadores, microcontroladores, memórias e sensores têm

sido fabricados a um custo suficientemente baixo para possibilitar a criação de dispositivos autônomos inteligentes (LUGLI E SANTOS, 2012).

Segundo Lugli e Santos (2012) as redes industriais são conhecidas como redes determinísticas, pois possuem tempos exatos para o trafego das informações. A diferença em relação a uma rede de computador comum está atrelada, basicamente, pelo fato de ser probabilística, ou seja, não possuir tempos exatos para tráfego das informações.

São ferramentas de compartilhamento de dados entre computadores, e entre os diversos aspectos possibilitando aumentar a velocidade no processo de informações, uma vez que as operações estão cada vez mais complexas, possibilitando o elevar níveis de produtividade e eficiência em todo processo produtivo e logístico (GETROTECH, 2017).

As informações provenientes desses sistemas podem e devem ser monitoradas e supervisionadas, desta forma, os sistemas supervisórios torna-se ferramentas importantes neste modelo de trabalho.

Supervisório

Basicamente, um sistema supervisório destina-se a capturar e armazenar em um banco de dados, informações sobre um processo de produção. A informação vem de sensores que capturam dados específicos (conhecidos como variáveis de processo) da planta industrial (UFPR, 2017).

O aumento da automação nos processos industriais traz a necessidade de melhorar o gerenciamento das informações geradas pelo mesmo. É neste contexto que o sistema de supervisão e aquisição de dados, ou SCADA, utilizam software para monitorar e supervisionar as variáveis e os dispositivos de sistemas de controle conectados através de controladores específicos (VIANA E MARTINS, 2008).

3. METODOLOGIA

Tendo em vista os processos envolvidos na expedição do açúcar e dando ênfase ao item proposto pelo projeto, a implantação do sistema automatizado visa melhorar o processo de carregamento de açúcar, utilizando sistema de balança *Tolflux* 9600 Toledo do Brasil com implantação de sensores de distância óticos. Desta foi seguida a seguinte metodologia:

- Análise do processo de expedição do açúcar dando ênfase ao processo de carregamento dos vagões;
- Verificação da viabilidade de automatizar o processo;
- Levantamento dos elementos necessários para a realização da automação;
- Implementação da automação do sistema. Conexões elétricas e rede, programação do CP e atualização do supervisório.
- Testes e ajustes dos elementos envolvidos no sistema.

4. AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE CARREGAMENTO DOS VAGÕES

O sistema de carregamento é realizado de forma semiautomático, onde o operador efetua todo processo de carregamento com apoio de um auxiliar, de maneira visual e com auxílio de um rádio de comunicação, onde o auxiliar determina a melhor maneira de alocar o produto no vagão, com base em dois silos de 400 m^3, controlando o descarregamento do açúcar nos vagões, como pode-se ver no esquema mostrado na Figura 1.

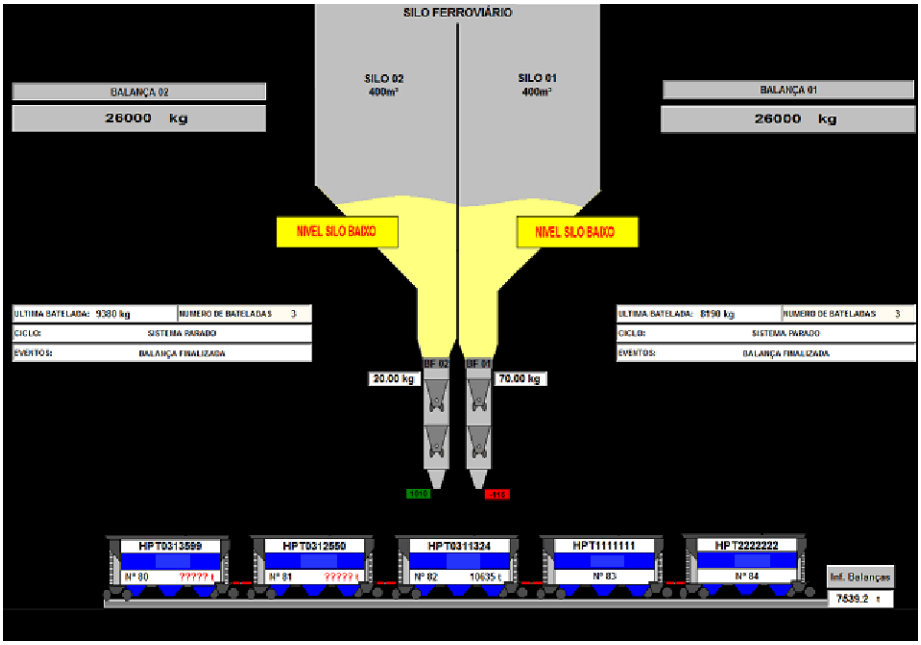


Figura 1 – Sistema de carregamento semiautomático
Fonte: Autores (2017)

Um dos pontos fundamentais do projeto era retirar o operador do mesmo ambiente do carregamento. Analisando o processo verificou-se que na base dos silos estavam presentes duas balanças, sendo que a liberação do açúcar, após a pesagem, era feita pelo colaborador, desta forma, para facilitar o processo, garantir que a quantidade específica do produto seja descarregada, uniformizar o produto dentro dos vagões e satisfazer o objetivo citado, optou-se por automatizar as ações necessárias para a realização do processo de enchimento.

Existiam dois pontos de atenção para o desenvolvimento deste sistema. O primeiro é que o mesmo deveria ter a capacidade de identificar a presença ou não do vagão no local correto. Para isto foram fixados sensores de presença na base da comporta, neste caso para a identificação dos vagões utilizou-se o sensor HRTL96B com ajuste de distância, mostrado na Figura 2. O sinal proveniente deste sensor mostra para o sistema que existe ou não vagão no loca correto, desta forma esta informação será utilizada para complementação da lógica na ação da liberação da balança para iniciar os procedimentos de pesagem e carregamento.



Figura 2 - Sensor fotoelétrico para leitura de presença de vagão
Fonte: LEUZE ELETRONIC (2017)

O segundo ponto de atenção estava relacionado à capacidade de leitura do espaço físico de material sólido depositado em um vagão. Ou seja, o sistema deveria ser capaz de identificar a existência de açúcar no vagão liberando o sistema de pesagem quando houvesse espaço físico.

Para este fim foi utilizado o sensor ODSL 30/V-30M-S12, mostrado na Figura 3. Esse sensor fotoelétrico é ajustado a uma altura mínima e máxima fazendo com que o sistema entenda qual o melhor momento para a liberação do sistema sem causar erro e derrame do produto, sendo que por vezes foram identificados o descarregamento fora dos vagões, ocasionando desperdícios. A falta de uniformidade na acomodação do açúcar nos vagões também foi minimizada utilizando as informações transmitidas pelos sensores para tomadas de decisões realizadas pelo sistema.



Figura 2 - Sensor fotoelétrico para leitura de capacidade
Fonte: LEUZE ELETRONIC (2017)

A leitura dos sinais provenientes dos sensores e as tomadas de decisões foram implementadas utilizando o controlador programável CP 317-2PN/DP, um equipamento com uma grande capacidade de memória programável, utilizada nas instalações que distribuem estruturas de automação além de uma E/S centralizada. Desta forma com os sinais captados e com a lógica elaborada, as ações de pesagem, libração de produto e bloqueio do produto, são realizadas de forma automática, sem a necessidade do auxílio do operador, cabendo a ele apenas fazer a verificação dos pesos ou alguma anomalia na composição ou também falhas nas balanças de fluxo.

O sistema supervisório foi atualizado para atender as novas mudanças no processo, criando assim telas adicionais para supervisão dos sinais dos sensores e controle da pesagem do produto, garantindo assim segurança no processo, confiabilidade na emissão dos dados e garantia de funcionamento dos componentes instalados. A Figura 4 mostra as atualizações.

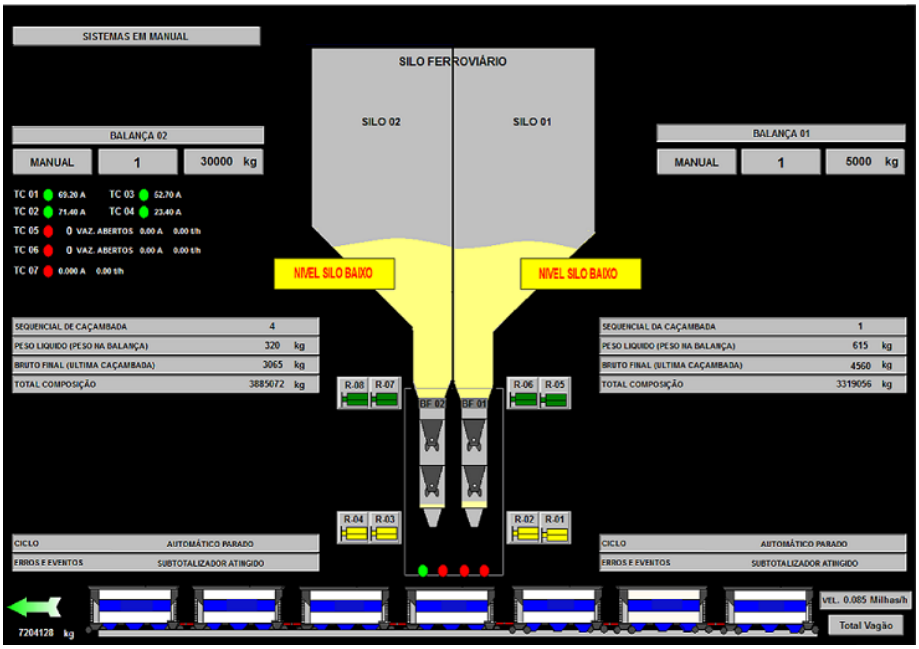


Figura 4 - Sistema de balanças com implantação dos sensores
Fonte: AUTORES (2017)

O programa para controle deste processo foi implementado no sistema no Step7, mostrado no Apêndice A, e dividido em duas etapas: na primeira etapa inicia-se as balanças, esta

aguarda liberação conforme necessidade do operador. Na segunda etapa, foram instalados 4 sensores: 2 para identificar a presença de vagões e outros 2 para verificar se há espaço no interior do vagão.

Os sensores de presença com a função de identificar o vagão, foram ajustados no sistema com uma distância aproximada de 1,5 metros, caso ultrapassem essa distância o sistema não autorizaria o início, garantindo a segurança no processo, pois não liberaria as balanças para o carregamento. Já os sensores de espaço foram ajustados com duas distâncias, uma de 3,5 metros e outra de 5 metros. Na primeira balança de fluxo o sensor foi ajustado com 5 metros, desta forma, assim que identificar o espaço, o sensor envia o sinal para o CP que autoriza a descarga das 5 bateladas em sequência. Terminando esse ciclo o vagão passa para segunda balança de fluxo, onde o sensor foi ajustado com 3,5 metros, pois este considera o volume descarregado da primeira balança, assim que identificar a distância ele autoriza a descarga das 5 bateladas restantes, caso ocorra algum erro ou a distância não seja encontrada o processo é cancelado, sendo reiniciado.

6. ANÁLISE DE RESULTADOS

Para análise e posterior validação do sistema foram realizadas medições nos tempos de carregamento dos vagões antes e após a implementação do projeto. As tabelas 1 e 2 mostram, respectivamente os tempos e quantidades de vagões abastecidos nos dois momentos.

Valores analisados antes da implementação do sistema						
Qtd Vagões	Manual (horas)	Automático (horas)	Balança 1	Balança 2	Manual Tempo Vagão	Automático Tempo Vagão
75	08:00	07:00	37 vagões	38 vagões	00:09	00:06
75	08:00	07:00	37 vagões	38 vagões	00:09	00:06
75	08:00	07:00	37 vagões	38 vagões	00:09	00:06
75	08:00	07:00	37 vagões	38 vagões	00:09	00:06
75	08:00	07:00	37 vagões	38 vagões	00:09	00:06
75	08:00	07:00	37 vagões	38 vagões	00:09	00:06
75	08:00	07:00	37 vagões	38 vagões	00:09	00:06
75	08:00	07:00	37 vagões	38 vagões	00:09	00:06
75	08:00	07:00	37 vagões	38 vagões	00:09	00:06
75	08:00	07:00	37 vagões	38 vagões	00:09	00:06

Tabela 1 – Levantamento de tempos de carregamento antes da aplicação do projeto
Fonte: AUTORES (2017)

Após a implantação, os primeiros testes consistiam em avaliar a precisão dos sensores em relação aos ajustes de altura, leitura dos dados emitidos e posicionamento. O propósito era verificar a velocidade da resposta e se as leituras satisfaziam os parâmetros implantados no sistema, para essa etapa foi elaborada uma sequência de testes com vários vagões. Com as observações realizadas verificou-se que não houve necessidade de troca de componentes instalados, nem ajustes foram necessários. Desta forma pode-se dar continuidade ao processo e a realização de testes para a comparação com os dados obtidos anteriormente. Esses resultados, incluindo a regularidade e estabilidade do sistema pode ser visto na tabela 2.

Foi verificado também que houve a interação entre os componentes e o sistema implantado, ficando evidente a funcionalidade do processo. Os testes foram realizados de maneira contínua por um intervalo de dois meses, para possível a verificação de erros. Durantes esses períodos de testes não foram detectados problemas, só alguns ajustes de calibração para melhor desempenho do sistema.

Valores analisados após a implementação do sistema						
Qtd Vagões	**Manual (horas)**	**Automático (horas)**	**Balança 1**	**Balança 2**	**Manual Tempo Vagão**	**Automático Tempo Vagão**
85	08:00	06:00	43 vagões	42 vagões	00:09	00:04
85	08:00	05:00	43 vagões	42 vagões	00:09	00:04
85	08:00	05:00	43 vagões	42 vagões	00:09	00:04
85	08:00	05:00	43 vagões	42 vagões	00:09	00:04
85	08:00	05:00	43 vagões	42 vagões	00:09	00:04
85	08:00	05:00	43 vagões	42 vagões	00:09	00:04
85	08:00	05:00	43 vagões	42 vagões	00:09	00:04
85	08:00	05:00	43 vagões	42 vagões	00:09	00:04
85	08:00	05:00	43 vagões	42 vagões	00:09	00:04
85	08:00	05:00	43 vagões	42 vagões	00:09	00:04

Tabela 2 – Levantamento de tempos de carregamento após da aplicação do projeto
Fonte: AUTORES (2017)

Os tempos decorrentes dos deslocamentos dos vagões para posicionamento não mudaram, desta forma foram analisados da mesma maneira nos dois momentos. As ocorrências de variações entre os carregamentos aconteceram de forma esporádica e com tempos ínfimos, assim foram desprezados para as análises, pois não trariam algum aspecto decisivo para validação do processo bem como seu funcionamento.

Não há mais a necessidade da presença do operador no local do carregamento, fazendo com que o mesmo simplesmente supervisione o processo. Foi observado que neste intervalo de testes não houve a necessidade de intervenções oriundas desta supervisão.

Com a automação do processo, houve certo ganho na qualidade e velocidade do carregamento, tendo em vista que o abastecimento passou de aproximadamente 11 vagões hora para 17 vagões hora, um aumento significativo por volta de 54%.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse projeto teve como objetivo a implantação de um sistema automatizado para expedição de açúcar a granel, responsável por realizar o carregamento de açúcar nos terminais de transbordo.

No primeiro momento foi realizado um estudo sobre processos de logística automatizados e não automatizados, nota-se então que nos processos automatizados há uma ocorrência menor de falhas e quando estas ocorrem, a identificação do problema é realizada de maneira mais rápida atendendo as necessidades da empresa na agilidade e rapidez no reparo.

Com a implantação do sistema no processo, aspectos como segurança, velocidade, qualidade, menor desperdício e redução de paradas foram alcançados.

Após a validação dos dados e realização dos testes, ficou constatado que o sistema automatizado implantado, atende as necessidades encontradas no processo de carregamento, levando em consideração todos os aspectos produtivos, de segurança e operacional.

A partir, do desenvolvimento deste trabalho podem-se tirar as seguintes conclusões:

a) No aspecto produtivo, o carregamento passou de aproximadamente 11 vagões/h para 17 vagões/h;

b) Em relação a segurança, o operador que ficava exposto ao pó de açúcar foi retirado do local e remanejado para outra atividade preservando assim, sua integridade física;

c) Nos aspectos operacionais, obteve-se um melhor aproveitamento na alocação de material no interior do vagão, preenchendo bem os espaços de maneira uniforme.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Pedro U. B.; ALEXANDRIA, Auzuir R. **Redes Industriais** - *Aplicações em Sistemas Digitais de Controle Distribuído.* 2ª ed. São Paulo: Ensino Profissional, 2009.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BANZATO, Eduardo. **Tecnologia da Informação Aplicada a Logística**. São Paulo: IMAM, 2005.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística Empresarial** – *O processo de integração da cadeia de suprimentos*. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2001.

CASSIOLATO, César. **Redes Industriais.** Disponível em: <http://www.smar.com/newsletter/marketing/index150.html>. Acesso em: 07 out. 2017.

CHOPRA, S; MEINDL, P. **Supply Chain Management: STRATEGY,** planning and operations. New York: Prentice Hall, 2003.

COPABO. **Correias Transportadoras.** Disponível em: <http://www.copabo.com.br/portugues/home/home.aspx>. Acesso em: 10 ago. 2017.

DONALISIO; A. B; SPELLING, F.C. **Projeto e montagem de um transportador didático de Correia**. Escola Federal de Engenharia de Itajubá, Depto. de Produção, 2001.

FRANCHI, Claiton Moro; CAMARGO, Valter L.A. **Controladores Lógicos Programaveis.** Sistemas Discretos. 2ª ed. São Paulo: Érica, 2009.

GETROTECH. **Redes Industriais** - Necessidade de automação na indústria e nos mais diversos segmentos. Disponível em: <http://www.getrotech.com.br/Artigos/redes-industriais-necessidade-automacao-na-industria-e-outros-segmentos/>. Acesso em: 27 jul. 2017.

TOLEDO DO BRASIL. **Balanças de Fluxo.** Disponível em:<https://www.toledobrasil.com.br/

capacidade/industria>. Acesso em: 02 jul. 2017.

UFPR. **Linhas de Pesquisa em Engenharia de Automação e Sistemas.** Disponível em: <http:// www.utfpr.edu.br/curitiba/estruturauniversitaria/diretorias/dirppg/programas/cpgei/ar eas-de-pesquisa/automacao/linhas>. Acesso em: 02 jul. 2017.

VIANNA, W.D.S.; BRINGHENTI, P.M. e MARTINS, L.D.S. **Sistema Scada Supervisório.** Instituto Federal Fluminense de Educação Ciência e Tecnologia. Campos dos Goytacazes: Rio de Janeiro, 2008.

GIORGINI, Marcelo. **Automação Aplicada.** Descrição e Implementação e Sistemas Sequenciais com PLCs. 9ª ed. São Paulo: Érica, 2007.

LUIGLI, Alexandre B.; SANTOS, Max M. D. **Redes Industriais para Automação Industrial** – *AS-I, Profibus e Profinet.* 1ª ed. São Paulo: Érica, 2012.

MARTIN, Christopher. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.** 1ª ed. Ed. Pioneira: São Paulo, 2001.

NOVAES, Antonio G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição.** 3ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

RICARTE, Marcos António Chaves. **A importância dos custos logísticos na cadeia de suprimentos**. São Paulo: Sistemas, 2002.

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO APÓS ENVELHECIMENTO EM FLUIDOS DE BORRACHAS NITRÍLICAS

Eriane França da Silva[1]

Leandro José dos Santos[2]

Edilene de Cássia Dutra Nunes[3]

RESUMO

É comum o uso de borracha nitrílica (NBR), copolímero butadieno-acrilonitrila, devido à excelente resistência química, ao calor e pequena deformação por compressão. Devido ao baixo número de pesquisa sobre a NBR, este trabalho tem como objetivo analisar a resistência aos fluidos de formulações de borrachas nitrílicas pela análise de algumas propriedades como tração, dureza e compressão. Foram desenvolvidas seis formulações variando somente o tipo de NBR (N615/N7400/HNBR/N206/N300) e uma formulação em que foram usados dois tipos de NBR (N615/N7400) na proporção de 70:30. Para realização dos ensaios de tração, deformação permanente a compressão, dureza Shore A e resistência química, os corpos de prova foram condicionamento a 100°C durante 22 horas, e foi calculada após períodos de imersão, a perda das propriedades originais (dureza e tração). A formulação de maior resistência mecânica foi a HNBR. Já as formulações N615, N206 e N300 possuem características similares, sendo sugerido um ajuste nas formulações para atender as normas exigidas. A formulação N7400, também apresentou boa propriedades mecânica e química, pode ser indicado para peças que entrem em contato diretamente com fluidos. A formulação 70/30, apresentou melhoria nos resultados mecânicos e química devido a presença da N7400, pode ser utilizado em peças que entram em contato com vapores de fluidos orgânicos.

Palavras-chave: NBR. Elastômero butadieno-acrilonitrila. Resistência aos Fluidos

1. INTRODUÇÃO

Os elastômeros têm um papel fundamental na vida moderna. As propriedades que distinguem estes materiais das outras classes são: elasticidade, flexibilidade, impermeabilidade, resistência à abrasão, não serem afetados pela corrosão causada pela maioria dos produtos químicos mais comuns e além de ter boa adesão tanto a diversos tipos de tecidos como ao aço.

Cerca de 75% de toda borracha produzida, natural ou sintética, é usada na fabricação de pneumáticos. A parte restante da produção mundial é utilizada na manufatura de

[1] Graduada em Tecnologia em Polímeros na Faculdade SENAI de Tecnologia. Representante comercial da composto do Brasil. E-mail: erianefranca@outlook.com.br

[2] Mestrando em Ciência e Engenharia de Materiais na Universidade Federal do ABC (UFABC) – Professor no Curso de Tecnologia em Polímeros da Faculdade SENAI de Tecnologia. E-mail: leandro.jose@sp.senai.br

[3] Doutora em Ciência e Engenharia de Materias pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Pós-doutoranda em Engenharia de Materiais na Universidade Federal do ABC (UFABC) – Professora no Curso de Tecnologia em Polímeros da Faculdade SENAI de Tecnologia. E-mail: edilene.nunes@sp.senai.br

vários produtos industriais e de consumo (MORENO *et al.*, 2003). O aumento na utilização de elastômeros nas mais diversas áreas, como por exemplo, automobilística e petrolífera despertou um maior interesse na pesquisa de novas formulações buscando atender às necessidades cada vez mais específicas (MORENO *et al.*, 2003).

É comum o uso do elastômero butadieno-acrilonitrila (NBR), também chamado de borracha nitrílica, devido à excelente resistência química, ao calor e pequena deformação por compressão. A presença do grupo acrilonitrila, fortemente polar, confere ao elastômero resistência aos compostos apolares (óleo mineral isolante), boa resistência à baixas temperaturas (até -50°C), como também à altas temperaturas e a resistência à abrasão, o que tornam a NBR adequada para uma grande variedade de aplicações. Além disso, apresenta boa resistência à fadiga dinâmica, baixa permeabilidade a gases e a possibilidade de mistura com materiais polares como o PVC (EL-NEMR, 2011; RAMESAN, ALEX, KHANH, 2005; VEGA-CANTÚ, 2003).

Existem tipos de NBR que contêm, ligados à cadeia do polímero, antioxidantes que os tornam menos voláteis, originam tipos de NBR menos solúveis em combustíveis e óleos, aumentando também a resistência ao calor (RAJKUMAR et al., 2011; KASS et al., 2012; MARK; ERMAN; ROLAND, 2013). Alguns outros tipos especiais de NBR foram desenvolvidos, não só para serem usados com vantagem nos processos de vulcanização por transferência ou por injeção, como também, para que a necessidade de limpeza do molde seja menor, uma vez que diminui a ocorrência do fenômeno conhecido por *mold fouling* (BÖRGER; CLARKE; HENSEL, 2017).

As borrachas do tipo NBR são classificadas principalmente em função do teor de acrilonitrila combinado, que varia de 28% (baixo teor) a 45% (ultra alto teor), existindo quatro teores básicos comerciais disponíveis, ou seja, 28, 33, 39 e 45%, porém valores intermediários podem ser obtidos, misturando-se duas borrachas NBR com teores diferentes de acrilonitrila combinado. As NBR de ultra-alto teor de acrilonitrila são empregados na confecção de artefatos que trabalham sob condições extremas de resistência a óleos e temperatura. As de baixo teor (28%) são empregados onde se deseja uma moderada resistência aos óleos e uma ótima flexibilidade em baixas temperaturas. Em geral, as NBR de médio teor (33%) atendem a grande maioria das especificações. A medida que aumenta o teor de acrilonitrila, a NBR diminui a elasticidade tornando-se menos compatível com plastificantes. O teor nominal de 45% é o grau máximo que justifica economicamente a comercialização da NBR (HOFMANN, 1989, p. 71-72).

Devido à importância da borracha nitrílica, este trabalho tem como objetivo analisar a resistência aos fluidos de formulações de NBR pela análise de algumas propriedades como tração, dureza e alongamento a fim de permitir a seleção do tipo de borracha mais apropriado para algumas aplicações.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram desenvolvidas seis formulações variando somente a borracha nitrílica com cinco tipos de NBR (N615/N7400/HNBR/N206/N300) e uma formulação em que foram usados dois tipos de NBR (N615/N7400) na proporção de 70:30. Os materiais utilizados, tão bem como as quantidades empregadas em cada formulação, estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Materiais empregados, fornecedores e quantidades em cada formulação

Materiais	Fornecedores	Quantidades em cada formulações (PHR)					
		1	2	3	4	5	6
NBR N615	Nitriflex	100	–	–	–	–	70
NBR N7400		–	100	–	–	–	30
NBR HNBR		–	–	100	–	–	–
NBR N206		–	–	–	100	–	–
NBR N300		–	–	–	–	100	–
Ácido esteárico	Essencial	1	1	1	1	1	1
Óxido de zinco	Rio Metalurgica	5	5	5	5	5	5
Banox H	Bann Química	1	1	1	1	1	1
Negro de fumo N550	Cabot	40	40	40	40	40	40
Carbonato de cálcio - Micron 8CD	Minerais Pedra Branca	10	10	10	10	10	10
DOP	Scandiflex	10	10	10	10	10	10
Viernol XH14	Scandiflex	5	5	5	5	5	5
Enxofre	Basile Química	1	1	1	1	1	1
MBTS	Chemicon	1	1	1	1	1	1
TMTD	Auriquímica	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Sulfazan R	Chemicon	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
TOTAL	–	175	175	175	175	175	175

Fonte: elaborada pelos autores

Todos os materiais foram pesados de acordo com as massas estabelecidas na Tabela 1. Os elastômeros foram misturados em um Banbury, marca Copé (capacidade de 800 g) por 1 minuto. Em seguida, foram adicionados o ácido esteárico, óxido de zinco e Banox H e misturados por 30 segundos. Após este tempo, o carbonato de cálcio, negro de fumo e plastificantes foram incorporados e misturados por 3 minutos. A massa foi retirada do banbury e colocada no cilindro (Babblini e Copé) para adição dos aceleradores (enxofre, MBTS, TMTD e sulfazan R) por 2 minutos. Após serem retiradas do cilindro, as massas foram deixadas para descansar por 24 horas.

Após o tempo de espera, as massas foram prensadas em uma prensa Copé e os corpos de prova foram cortados com um estampo segundo as dimensões especificadas pelas normas para os ensaios de tração (ASTM D412), deformação permanente a compressão (ASTM D395, método B temperatura de 100°C durante 22 horas, com uma deflexão de 25 % em relação a altura inicial do corpo de prova), dureza Shore A (ASTM D2240) e resistência química conforme a norma ASTM D471 que foi calculada após períodos de imersão (foram utilizados Fuel A Nox solutions, Fuel B Nox solution, IRM 901 Fiales, IRM903 Fiales), calculando-se a perda das propriedades originais (dureza Shore A e tração) e as variações de volume relacionando-se às propriedades iniciais. A Figura 1 mostra as etapas do processamento das formulações.

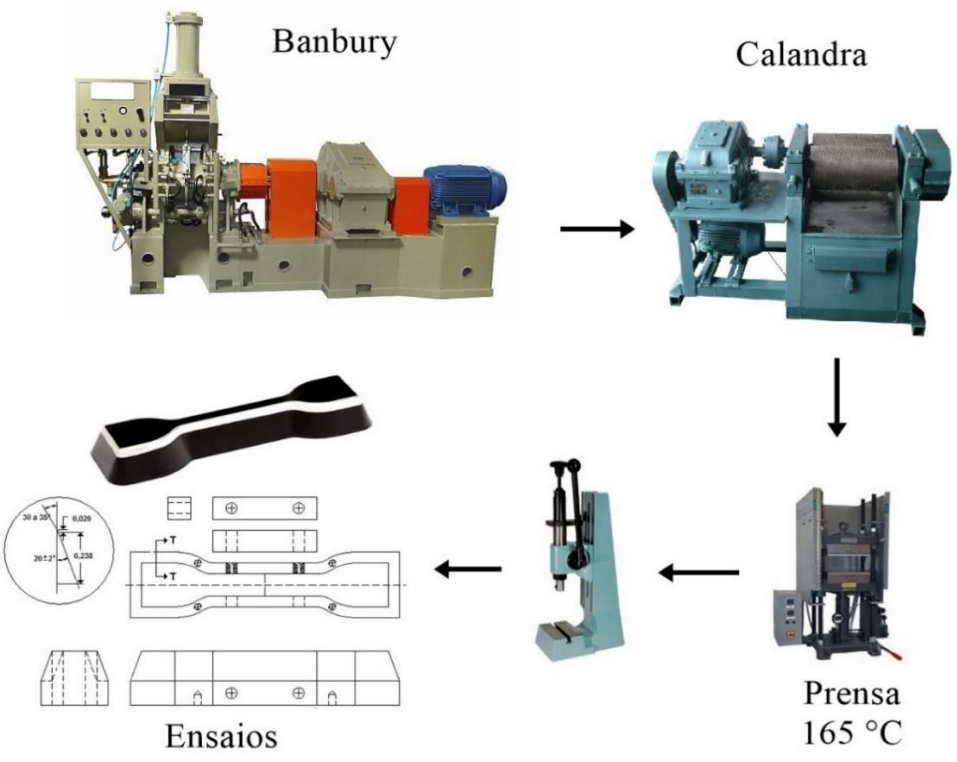


Figura 1 – Etapas do processamento das formulações
Fonte: elaborada pelo autores

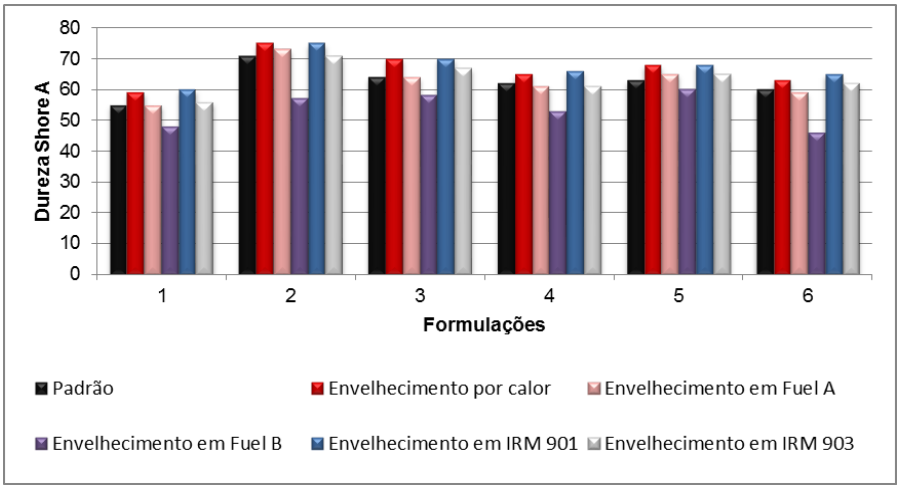
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Dureza Shore A

O Gráfico 1 apresenta os resultados comparativos da dureza Shore A das amostras no estado original e após o envelhecimento nos fluidos.

Considerando os dados do Gráfico 1, nota-se que no envelhecimento por calor, houve uma extração de óleo DOP, que não resiste tanto à temperatura como o Viernol XH14, fazendo com que a dureza Shore A aumentasse em todas as amostras em relação ao padrão. Já no envelhecimento em Fuel A, amostras no estado original e após o envelhecimento houve pouca interferência nos resultados, variando entre -1 a +2, podendo ser considerado um erro de paralexia[4].

Gráfico 1 – Dureza Shore A das amostras no estado original e após o envelhecimento nos fluidos



Fonte: elaborada pelos autores

No Fuel B todas as durezas diminuíram devido ao fluído ter atacado o polímero da matriz polimérica, tornando-se miscível ao plastificante, e absorvendo o solvente, deixando o material com uma resistência menor que no estado original.

Os óleos IRM 901 e 903 atacam menos o polímero, pois é menos agressivo ao material, devido ser um derivado do petróleo.

[4] Erro de paralexia – Erro de leitura.

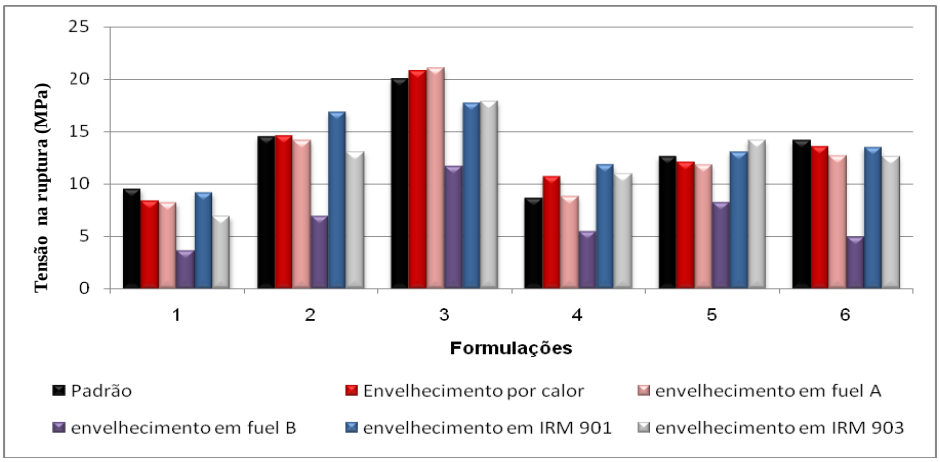
3.2. Resistência à tração

O Gráfico 2 apresenta os resultados comparativos da tração na ruptura das amostras no estado original e após o envelhecimento. Nota-se que o Fuel B fez com que a resistência à tração de todas as formulações diminuissem devido à este tornar-se uma mistura com o óleo, atacando a matriz polimérica.

Nas formulações 1 e 5 a resistência à tração diminuiu quando envelhecido pelo calor, pois o teor de acrilonitrila é menor comparado com os outros materiais.

Na borracha N7400, formulação 2, não houve muita variação na resistência ao calor devido à presença do PVC, pois o radical cloro é altamente resistente e comporta-se como termoplástico e não solubiliza em produtos orgânicos.

Gráfico 2 – Resistência à tração na ruptura das amostras no estado original e após o envelhecimento nos fluidos



Fonte: elaborada pelos autores

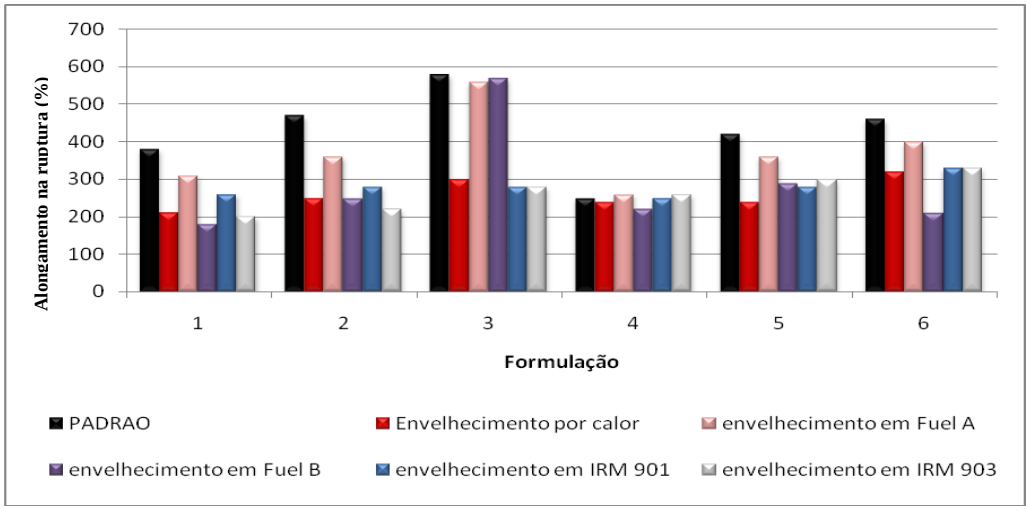
3.3. Alongamento na ruptura

O Gráfico 3 apresenta os resultados comparativos do alongamento à ruptura das amostras no estado original e após o envelhecimento.

Pode-se notar com a análise do gráfico que em todos os ensaios o alongamento na ruptura, com exceção da formulação 4, diminuiu, isto ocorreu porque em todos ensaios, o plastificante foi atacado, sendo extraído do polímero, deixando o material menos elástico.

Na formulação 4, devido o teor de acrilonitrila ser superior as demais formulações, há uma maior resistência química, diminuindo o ataque ao material.

Gráfico 3 – Alongamento na ruptura das amostras no estado original e após o envelhecimento nos fluidos

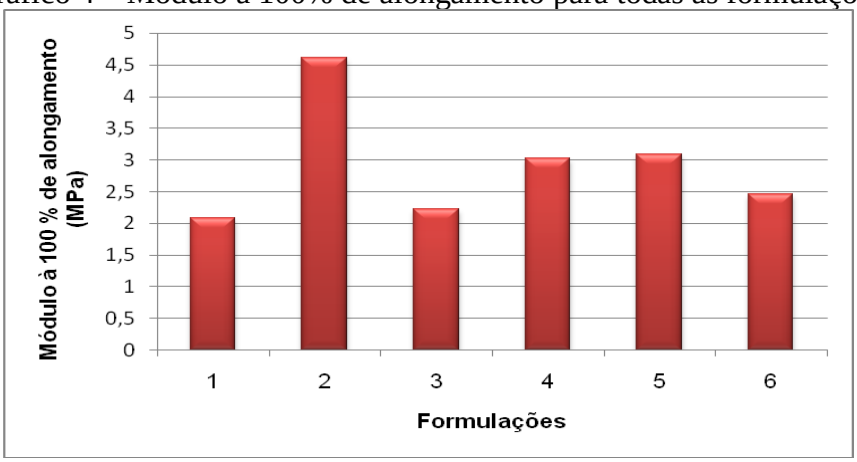


Fonte: elaborada pelos autores

3.4. Módulo a 100% de alongamento

O Gráfico 4 apresenta os resultados de módulo com 100 % de alongamento para todas as formulações.

Gráfico 4 – Módulo à 100% de alongamento para todas as formulações



Fonte: elaborada pelos autores

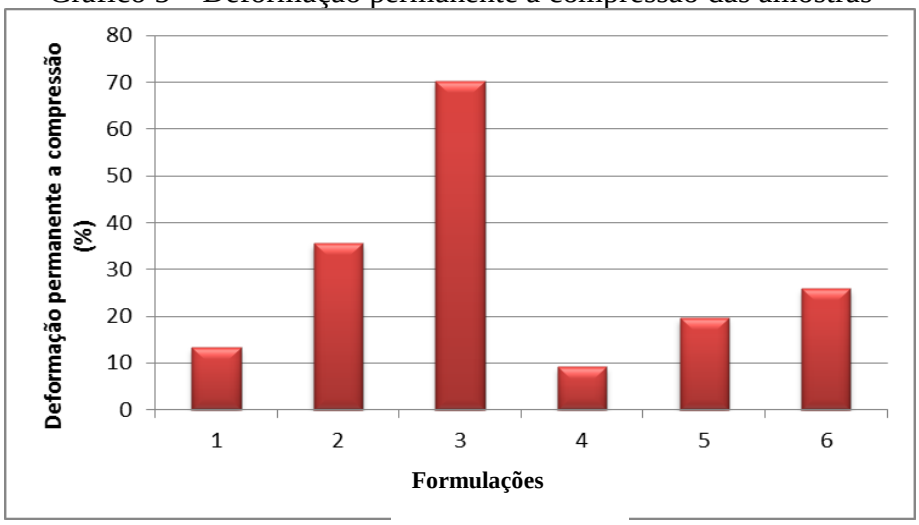
Considerando os dados de módulo de elasticidade à 100% de deformação, nota-se que a formulação 2, N7400, possuir maior valor, ou seja, é a mais rígida. Este comportamento deve está relacionado com o mero de cloreto de vinila presente no PVC.

Em relação às outras formulações, os valores se situaram entre 2 e 3 MPa para o módulo de elasticidade a 100% de alongamento, com valores superiores para N 206 e N 300, que possuem resultados semelhantes (4 e 5).

3.5. Deformação permanente à compressão

O Gráfico 5 apresenta os resultados de deformação permanente à compressão das amostras.

Gráfico 5 – Deformação permanente à compressão das amostras



Fonte: elaborada pelos autores

Considerando as informações do Gráfico 5, pode se perceber que a formulação 3, cuja borracha era HNBR, possuiu uma deformação elevada, isto ocorreu devido a presença do hidrogênio na cadeia, que torna o material mais rígido, permitindo com que ele deforme e não retorne ao estado original.

Já a formulação 4 apresentou a menor deformação, contrariando a teoria, pois esta possui 45% de teor de acrilonitrila, sendo necessário estudos mais aprofundados para justificar o comportamento exibido.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que a formulação de maior resistência mecânica foi a HNBR, devido à presença de hidrogênio entre as cadeias poliméricas, porém a presença destes átomos diminui o alongamento na ruptura e aumenta a deformação permanente, portanto a borracha HNBR é indicada para peças que necessitam de alta resistência mecânica, porém que não sofram compressão. Já as formulações 1, 4 e 5 possuem características similares. A formulação 2 também apresentou boa resistência mecânica e química, podendo ser indicada para peças que entrem em contato diretamente com fluidos. A blenda polimérica, formulação 6, apresentou melhoria nos resultados mecânicos e química devido à presença da N7400, pode ser utilizada

em peças que entram em contato com vapores de fluidos orgânicos. É sugerido para estudos posteriores a deformação por compressão em relação ao teor de acrilonitrila.

REFERÊNCIAS

BÖRGER, V.; CLARKE, C.; HENSEL, M. *The Use of New Additives in the Processing of White And Black Filled Compounds Based On The Diamine Crosslinking System*. **KGK-Kautschuk Gummi Kunststoffe**, v. 70, n. 6, p. 80-83, 2017.

EL-NEMR, K.F. *Effect of different curing systems on the mechanical and physico-chemical properties of acrylonitrile butadiene rubber vulcanizates.* **Materials & Design**, v. 32, n. 6, p. 3361-3369, 2011.

HOFMANN, W. ***Rubber Technology Handbook.*** New York: Hanser, 1989.

KASS, M. et al. *Compatibility of elastomers with test fuels of gasoline blended with ethanol.* **Sealing Technology**, v. 2012, n. 12, p. 7-12, 2012.

MARK, J.E.; ERMAN, B.; ROLAND, M. (Ed.).***The science and technology of rubber***. Academic press, 2013.

MORENO, R. M. B. et al. Avaliação do látex e da borracha natural de clones de seringueira no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 5, p. 583-590, 2003.

RAJKUMAR, K. et al. *High temperature resistance properties of NBR based polymer nanocomposites.* **Int. J. Chem. Tech. Res**, v. 3, n. 3, p. 1343-1348, 2011.

RAMESAN, M. T.; ALEX, R.; KHANH, N. V. *Studies on the cure and mechanical properties of blends of natural rubber with dichlorocarbene modified styrene–butadiene rubber and chloroprene rubber.* **Reactive and Functional Polymers**, v. 62, n. 1, p. 41-50, 2005.

VEGA-CANTÚ, Y. et al. *Enhancement of the chemical resistance of nitrile rubber by direct fluorination.* **Journal of applied polymer science**, v. 89, n. 4, p. 971-979, 2003.

AVALIAÇÃO DOS DESVIOS EM UMA RODA DENTADA PELA NORMA DIN3962

Paulo Cesar dos Santos [1]
Rogismar Clebio da Silva Faneco [2]
Wallyson Thomas Alves da Silva [3]
Marcelo Baraldi [4]

RESUMO

Para construção de uma engrenagem, é necessário, modulo, ângulo de pressão, diâmetro da raiz, diâmetro da cabeça, fator de deslocamento (x), largura da engrenagem. Contudo, esses parâmetros de construção, não possibilitam verificar se existe desvios que prejudicam tanto o funcionamento quanto a durabilidade da engrenagem. Com desenvolvimento de novas tecnologias, ou seja, surgimento de novas máquinas, como retíficas de dentes e medidoras de engrenagens, começou a pensar na durabilidades e melhor funcionamento das engrenagens. A norma DIN 3962, trata dos desvios ocasionados durante a usinagem, isto é, a norma avalia os tipos de desvios, se são aceitáveis ou não.

Palavras-chave: Fator de deslocamento. Retíficas de dentes. Medidoras de engrenagens.

1. INTRODUÇÃO

Foi denominado grau de qualidade e classe de tolerância para o dentado, aqui vamos focar na discussão de alguns parâmetros dessa norma, e para nos auxiliar nessa avaliação vamos utilizar o livro, Engrenagens cilíndricas, da concepção a fabricação, autor Norberto Mazzo. Nesse ensaio, vamos comentar alguns parâmetros de qualidade, são eles:

- Excentricidade: fr
- Desvio de passo individual: fp

[1] E-mail: paulo.cesar@sew.com.br
[2] E-mail: producao@afiadoracampinas.com.br
[3] E-mail: wallyson.silva@sp.senai.br
[4] E-mail: marcelo.baraldi@sp.senai.br

- Erro de passo total: Fp
- Erro de divisão entre dois passos consecutivos: fu
- Desvio total na linha de flanco: Fß
- Desvio angular na linha dos flancos: fhß
- Desvio de forma na linha dos flancos: ffß
- Desvio angular do perfil evolvente: fha
- Desvio total do perfil evolvente: fa
- Desvio de forma do perfil evolvente: ffa

2. REVISÃO TEÓRICA

O passo em uma engrenagem, é explicado pelo espaçamento entre os dentes em relação ao diâmetro interno do furo de uma roda dentada ou externo de um eixo pinhão. O erro é aceito ou rejeitado pela norma DIN 3962, que define os parâmetros para controle.

Temos os seguintes parâmetros que são avaliados em uma roda dentada:

Excentricidade: Fr

Excentricidade é a relação do diâmetro interno (diâmetro de referência) da engrenagem ou os diâmetros externos (diâmetro de referência) de um pinhão com relação a uma linha média projetada entre o diâmetro da raiz (df) e o diâmetro da cabeça (da), isso possibilita a verificação da geometria de cada dente em relação aos diâmetros de referência. É equivalente a diferença máxima entre as medidas radiais tomada sobre uma esfera colocada nos vãos de todos os dentes da engrenagem ou pinhão. Que gira em torno de seu eixo geométrico.

Tabela 1: Excentricidade (Fr)

Desvio concentricidade	Fr	12,5	5	36,0	8

Na tabela acima, temos a demonstração de uma medida de excentricidade executada em uma medidora de engrenagem, o valor de 12,5µm expressa o valor propriamente, o 5 é o grau de qualidade da norma DIM 3962, O 36,0µm é o valor máximo permitido, e o 8 é o valor em grau de qualidade expresso na norma DIN 3962.

Desvio de passo individual (fp).

É a diferença entre o passo circular teórico e o real, medidos o mais próximo possível do diâmetro de referência. Vejamos a figura 1 abaixo.

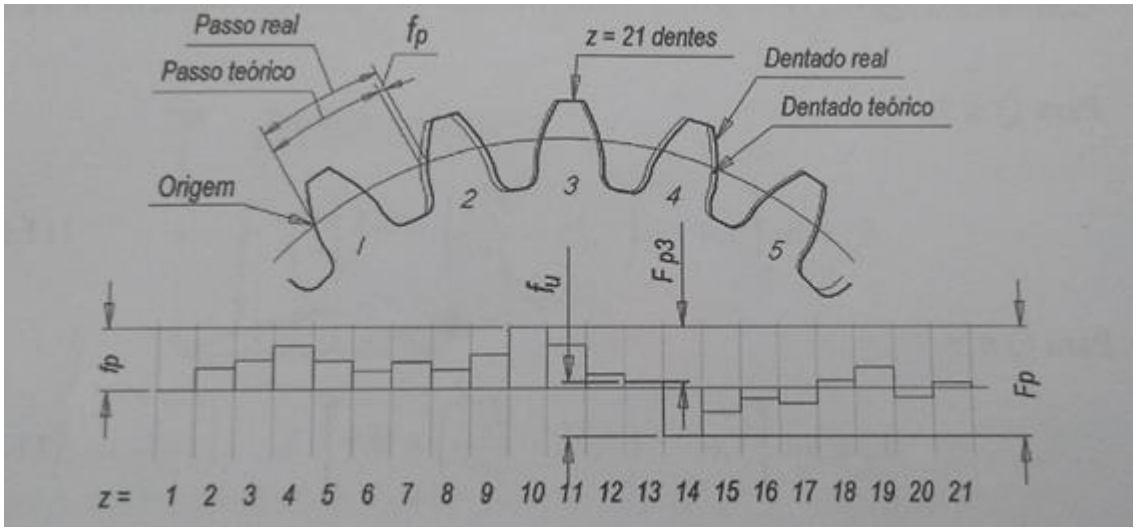


Figura 1: Desvio de passo individual (fp)

Tabela 2: Desvio de passo individual (fp)

Desvio de passo individual (fp)	fp	21,1 8	56,0 9	35,1 9	56,0 10

Valor encontrado: 21,1 µm lado esquerdo do flanco e 35,1 µm lado direito do flanco. 10 é o grau de qualidade DIN 6962 que numericamente é representado por 56µm.

Ao analisar a figura 1, temos a origem do círculo de medição, ou seja, onde a esfera da medidora de engrenagem vai tocar no dentado, gerando este círculo. A medidora projeta o dentado teórico sobre o real, avaliando os desvios, de passo total (Fp) e de passo individual fp.

Erro de divisão entre dois passos consecutivos (fu)

A medidora de engrenagem avalia todos os dentes e verifica os dois com maior diferença, e expressa no relatório, ver na tabela 2. O software compara a norma DIN 392 com os valores medidos:

Tabela 3: Erro de divisão entre dois passos consecutivos (fu)

Salto de divisão grande	fu max	9,3 5	32,0 8	15,3 6	32,0 8

Valor encontrado: 9,3 µm lado esquerdo do flanco e 15,3 µm lado direito do flanco. 8 é o grau de qualidade DIN 6962 que numericamente é representado por 32µm.

Erro de passo total (Fp)

É a diferença entre o maior e menor passo, considere todos os dentes do dentado, ver figura 2

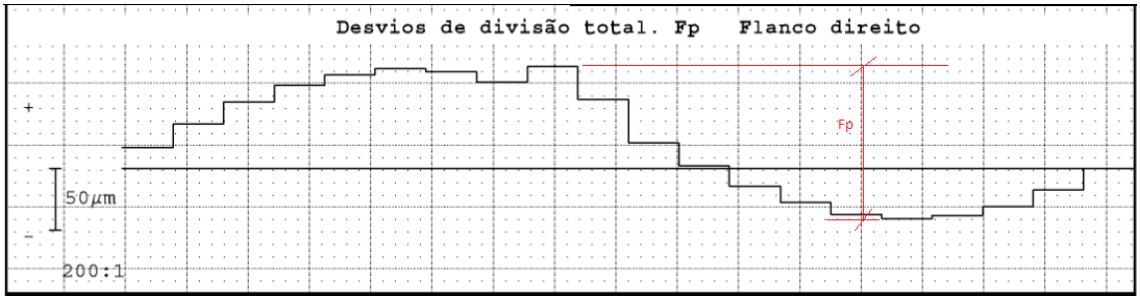


Figura 2: Desvio e divisão total (Fp)

Tabela 4: Desvio e divisão total (Fp)

Desvio de divisão totaliz. Fp	118 10	180 10	123 10	180 10

Como podemos notar, no desvio total a medidora de engrenagem expressa no relatório, avalia a amplitude, assim em valores temos:

Valor encontrado: 118 µm lado esquerdo do flanco e 123 µm lado direito do flanco. 8 é o grau de qualidade DIN 6962 que numericamente é representado por 32µm

Desvio de Hélice

A hélice, em uma roda dentada, é definida pelo seu passo, medido na direção axial e por um círculo referência. Nas engrenagens com dentes retos, consideramos o passo infinito e o ângulo igual a zero.

A norma DIN 3962 estabelece seus valores em função da qualidade e da largura do dentado.

Desvio total na linha dos flanco ou erro total de alinhamento (Fß)

É diferença entre duas curvas paralelas a linha de flanco teóricas que delimitam a linha de flanco real, compreendida dentro da área de avaliação.

Traçam-se duas retas paralelas verticais tangenciando-as aos picos e vales mais afastados, dentro das áreas de avaliação.

Fb é a distância entre essas duas retas tomada na direção horizontal. Ver figura 3

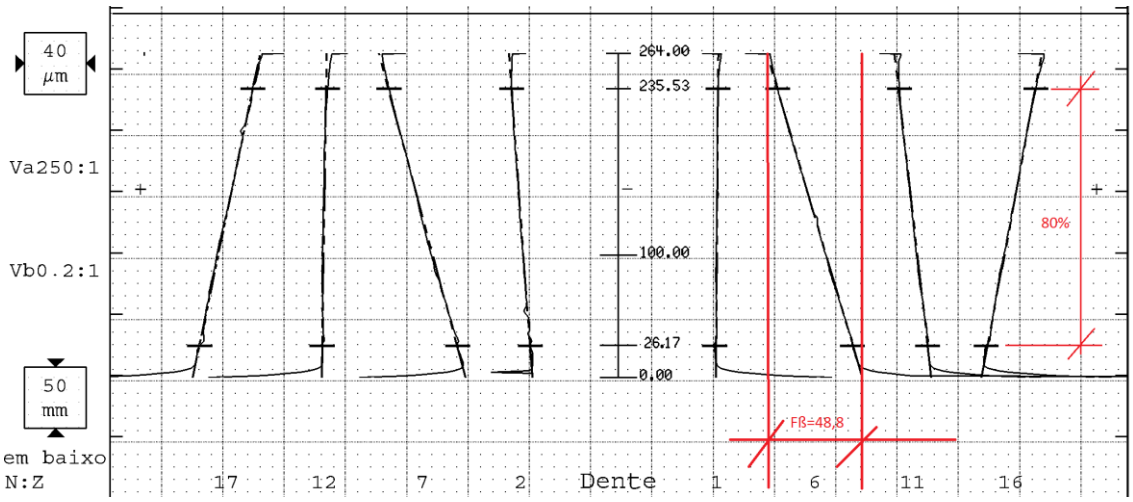


Figura 3: desvio total na linha de flanco (Fß)

Tabela 6: desvio total na linha de flanco (Fß)

dente	17	12	7	2	Tol./grau qua	1	6	11	16
Fß	34.7	3.7	45.3	12.9	50 9 50 9	2.3	48.8 9	18.7	32.1

Normalmente, a área de avaliação é 80% da largura do dente, como podemos demonstrar acima na figura 3.

.

Desvio angular na linha dos flancos ou erro de inclinação da hélice (Fhß)

É a diferença entre o ângulo de hélice real e o teórico, verificada a partir da curva de medição compreendida em todo o comprimento do diagrama.

Procedimento de análise:

A máquina verifica a angularidade da linha de medição, apenas se verifica o quanto em ângulo decimal o flanco desvio da vertical.

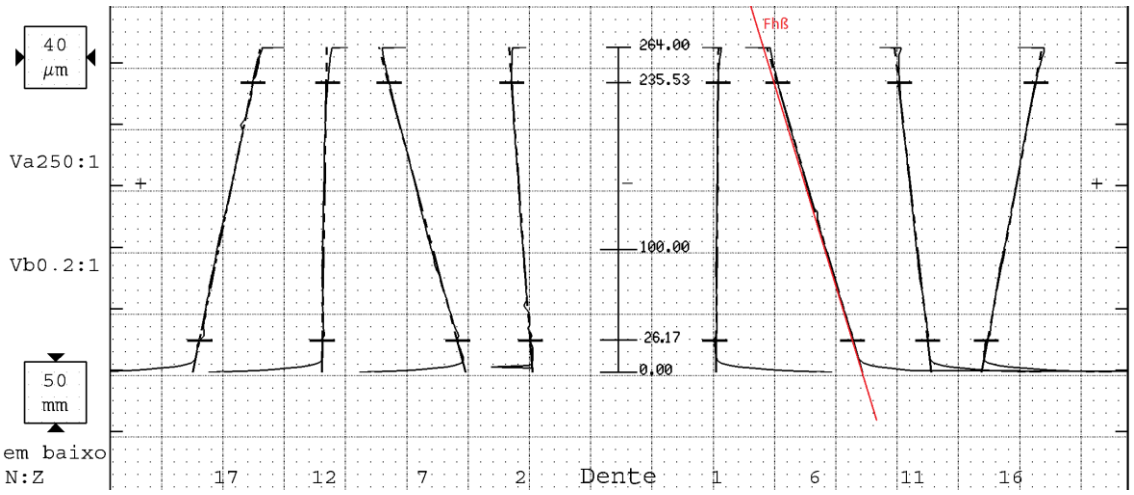


Figura 4: Desvio angular na linha dos flancos (Fhß)

Tabela 7: Desvio angular na linha dos flancos (Fhß)

dente	17	12	7	2	Tol/grau qual	1	6	11	16
fHβ	-43	-3.3	56.1 11	15.2	±32 9 ±32 9	1.6	-61.9 11	-24.0	38.5

Desvio de forma na linha dos flancos (ffb)

É a distância entre duas linhas de flancos de referência que delimitam a linha de flanco real.

Traça-se duas paralelas à curva de medição, compreendendo os picos e vales mais afastados essas retas são traçadas em ambos os lados, de modo a incluir o gráfico.

Podemos dizer que ffb tem a finalidade de analisar o acabamento do flanco as imperfeições na superfície.

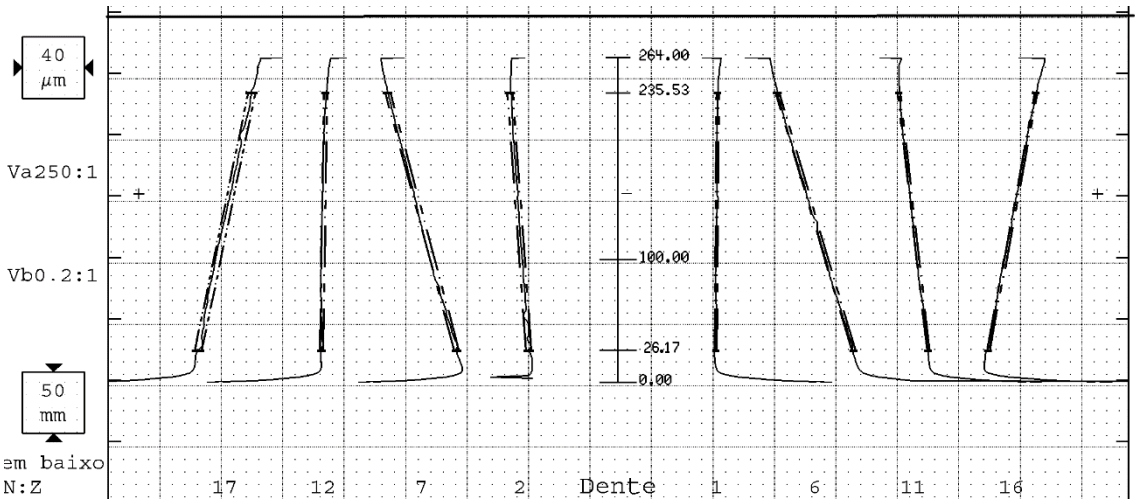


Figura 5: Desvio de forma na linha dos flancos (ffb)

Tabela 8: Desvio de forma na linha dos flancos (ffb)

dente	17	12	7	2	tol/grau quali	1	6	11	16
ffß	4.6 2	2.2	3.2	3.5	40 9 40 9	1.5	2.3 1	1.6	1.7

Na tabela 8, acima temos a demonstração de uma avaliação de ffß, o valor mais alto é o de 4,6µm.

Abaulamento de largura (CB)

Abaulamento ou crown, ou abaulamento do flanco é uma modificação determinada que visa diminuir o contato e consequentemente o atrito.

Podemos definir o abaulamento como um arco, isto é, a distância entre a linha vermelha e a curva desenhada no relatório. Ver figura 6 abaixo.

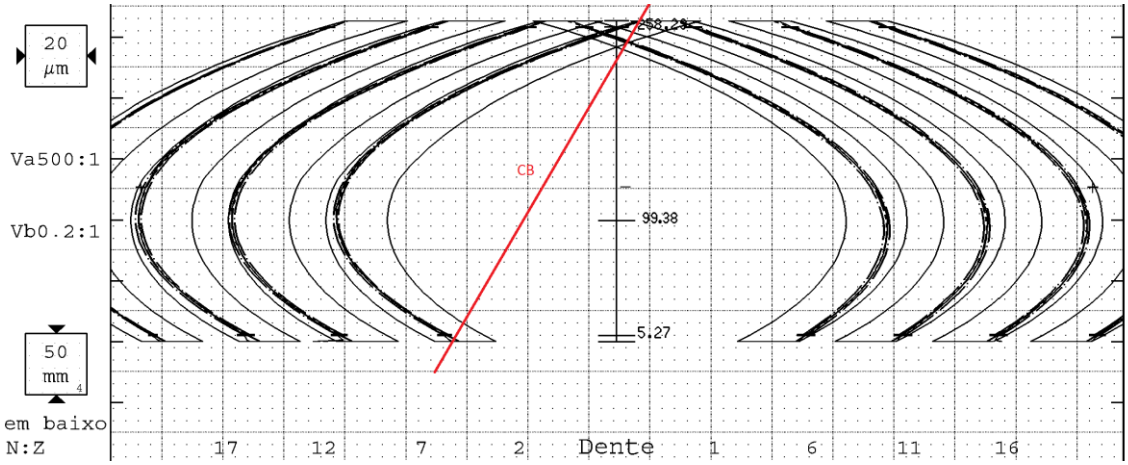


Figura 6: Abaulamento de largura (CB)

Tabela 9: Abaulamento de largura (CB)

dente	17	12	7	2	tol/grau qualidade	1	6	11	16
Cß	65.9	68	68.5	67.4	69.5±11 69.5±11	62	62.4	63.5	64.1

Nada garante que a posição da hélice de um dente seja idêntica em todos os dentes da roda. Não basta verificar apenas um dente. Em geral, são escolhidos quatro dentes, distribuídos uniformemente na circunferência, um a cada 90° aproximadamente. Nas rodas menores, aceitam-se três dentes, distribuídos uniformemente na circunferência, um a cada 120° aproximadamente.

Desvio angular do perfil evolvente (Fa)

Para avaliação do Fa, traçamos duas retas paralelas que compreende a linha medidora, assim verificamos essa distância. O erro angular detectado pode ser causado por uma ferramenta caracol mal afiada ou uma má centralização da peça na máquina. Ver figura 7 abaixo.

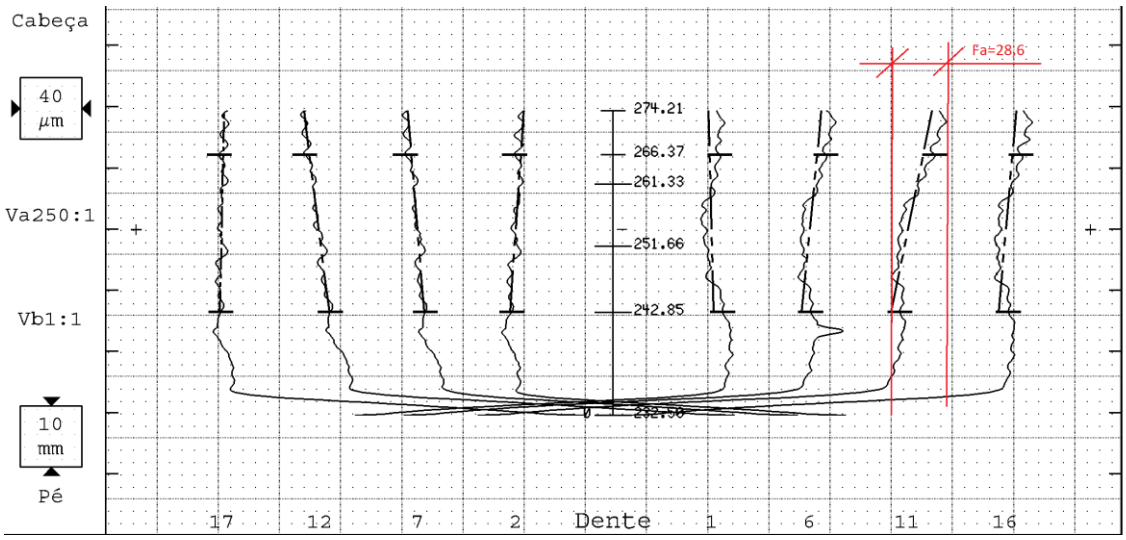


Figura 7: Desvio angular do perfil evolvente (Fa)

Tabela 10: Desvio angular do perfil evolvente (Fa)

dente	17	12	7	2	Tol/grau de qual.	1	6	11	16
Fa	8	18	13.9	10.2	140 11 140 11	15.2	18.8	28.6 8	18.0

Desvio angular do perfil evolvente (Fha)

Desvio angular total, pode ser medido analisando puramente o ângulo de inclinação da linha medidora, Noberto Mazzo define, como sendo, a diferença entre o ângulo de perfil real e o teórico, esse erro pode ser provocado por um erro do ângulo de perfil.

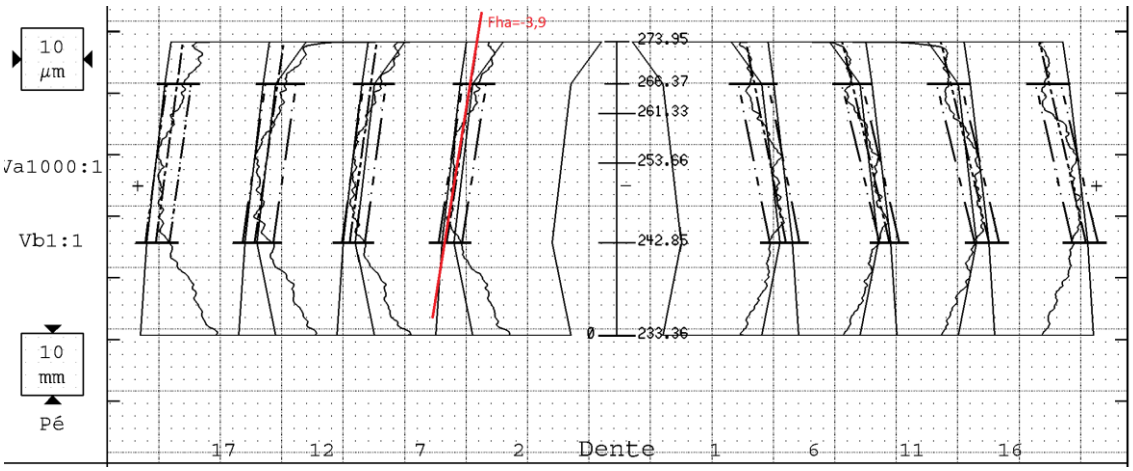


Figura 8: Desvio angular do perfil evolvente (Fha)

Tabela 11: Desvio angular do perfil evolvente (Fha)

dente	17	12	7	2	Tol/grau de qual	1	6	11	16
Fha	-3.5	-3.7	-3.4	-3.9	-18/6 -18/6	-5.1	-6.1	-6.2	-6.0

Desvio de forma na linha dos flancos (ffa)

É a distância entre duas linhas que delimitam a linha medidora de perfil.

Traça-se duas paralelas à curva de medição, compreendendo os picos e vales mais afastados essas retas são traçadas em ambos os lados, de modo a incluir o gráfico.

Podemos dizer que ffa tem a finalidade de analisar o acabamento do flanco. Veja figura 9 abaixo como exemplo.

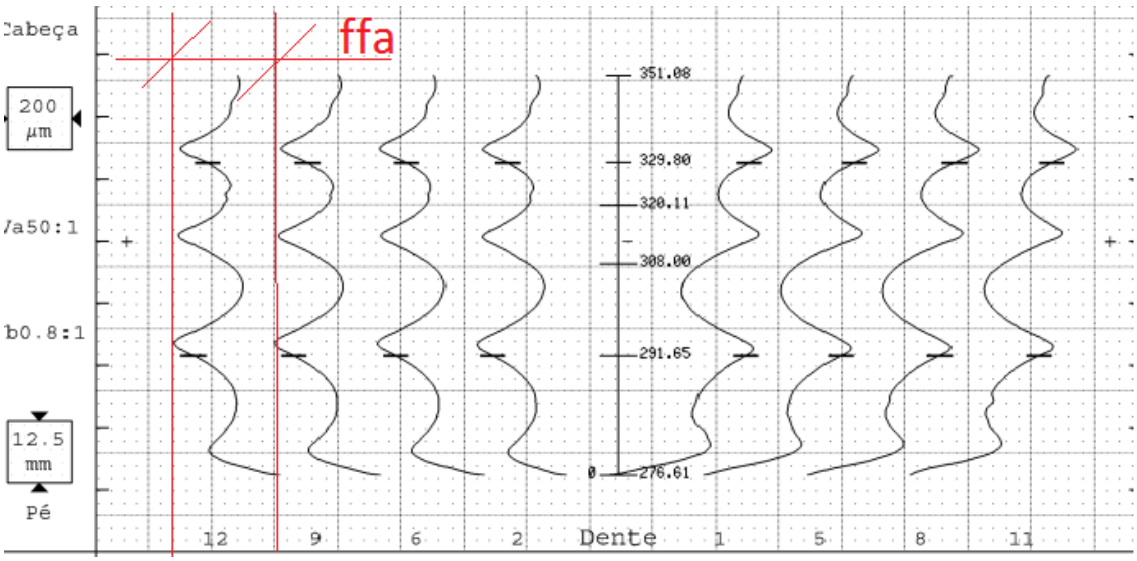


Figura 9: Desvio angular do perfil evolvente (ffa)

Tabela 12: Desvio angular do perfil evolvente (ffa)

dente	12	9	6	2	Tol/grau de qual	1	5	8	11
Fha	217	219 12	214	214	250 12 250 12	243	246 12	243	241

Conforme a figura acima temos a amplitude delimitada pela linha vermelha, e mais abaixo temos os valores demonstrados em milésimos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve como foco, compreender e explicar melhor os parâmetros de avaliação de um dentado, tendo uma finalidade didática, pois além de demonstrar através dos gráficos alguns parâmetros de qualidade, utilizamos conceitos, que explicam o desvios de uma roda dentada, ancorando conceitualmente os desvios aceitáveis ou reprovado de uma roda dentada.

Com esse trabalho poderemos levar para o meio fabril, uma explicação conceitual deixando de utilizar o senso comum, que prejudica em muito o debate técnico entre processo e qualidade.

REFERÊNCIAS

Mazzo, Norberto. Engrenagem cilíndricas: da concepção à fabricação. São Paulo. Ed. Blucher, 2013.

O BALANCEAMENTO FABRIL COMO UMA FERRAMENTA IMPORTANTE PARA TORNAR O SETOR DE COSTURA DAS CONFECÇÕES EFICAZ

Mônica Araujo Faloppa[1]

Aparecida de Fatima Cardoso[2]

Odair Tuono[3]

Reginaldo da Silva[4]

Rodrigo de Campos Lobo[5]

RESUMO

A competitividade atual entre as empresas do ramo de confecção reforça a necessidade de processos enxutos, que ofereçam melhores resultados para atender as necessidades dos clientes. Os processos mais enxutos apresentam poucas perdas e geram maior produtividade em sua maioria, sem comprometer a qualidade dos produtos. Neste contexto, este artigo visa demonstrar a importância do balanceamento fabril como ferramenta para tornar o setor de costura das confecções eficaz. A metodologia aplicada foi de caráter exploratório com estudo de caso aplicado em uma empresa de confecção de camisas, através da coleta, análise de tempos e detalhamento de cada atividade realizada no setor em questão. Após o balanceamento da linha, foi proposta nova distribuição das atividades, apresentando resultado positivo com ganhos significativos para o processo em estudo.

Palavras-chave: balanceamento, costura, cronometragem, produtividade.

1. INTRODUÇÃO

No cenário atual encontrado no ramo de confecção, tratando-se de um quadro com elevada competitividade, a melhoria de processo passa a ser fundamental para a sobrevivência das empresas do segmento em questão. Assim, passa a ser necessário produzir o máximo possível, minimizando as perdas, tanto de recursos, como de tempo, sendo as empresas obrigadas a melhorarem seus processos, passando então a análise de

[1] Profª Ms da Faculdade de Tecnologia SENAI Antoine Skaf.
[2] Profª da Faculdade de Tecnologia SENAI Antoine Skaf.
[3] Profº da Faculdade de Tecnologia SENAI Antoine Skaf.
[4] Profº da Faculdade de Tecnologia SENAI Antoine Skaf.
[5] Aluno do Curso de Pós-graduação em Gestão da Produção em Negócios da Moda da Faculdade de Tecnologia SENAI Antoine Skaf.

alguns fatores que auxiliam na elaboração e na forma de como executar os processos a ser indispensável para o sucesso da empresa.

Para Taylor (1990), onde quer que se execute trabalho manual é necessário encontrar o meio mais econômico de se efetuar a tarefa, e após isso, é preciso determinar a quantidade de trabalho que deve ser realizada em um dado período de tempo. Portanto, existe a necessidade de estudar o local de trabalho no qual irá se executar todos os processos de forma a adequá-los aos trabalhadores, procurando melhorar e padronizar os métodos e a estação de trabalho. A finalidade é encontrar a melhor maneira de fabricar os produtos através de observações permanentes acerca de como a peça é produzida, buscando modificações que permitam agregações de tarefas evitando-se assim o aparecimento de ociosidade, filas durante a execução dos processos e baixa produtividade. Diante disso, o balanceamento de linhas, isto é, a distribuição das tarefas em estações de trabalho, de maneira que cada estação utilize aproximadamente o mesmo tempo para realizar as tarefas nela alocadas, tem se apresentado como uma ferramenta indispensável nas indústrias. Visando maximizar a utilização das estações de trabalho e, como consequência, da mão de obra empregada, o balanceamento é feito para atender as diferentes necessidades da empresa ao fabricar os produtos que o mercado necessita. Diante desse contexto, o presente artigo tem o objetivo de aplicar o balanceamento em uma linha de costura de camisa social, com o objetivo de distribuir a carga de trabalho entre as máquinas da forma mais equilibrada possível, de modo a otimizar os recursos utilizados no setor.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 MÉTODO DE TRABALHO

Para Costa (2000), se um trabalho simples for distribuído a diversas pessoas sem que se indique a elas o método a ser usado, talvez cada pessoa use um modo diferente para fazer sua tarefa. Como consequência, os trabalhos poderão ser feitos em tempos distintos, com custo e qualidade variados. Assim, passa a ser necessário um método de trabalho, que é um conjunto de princípios, procedimentos e técnicas, adotado para se fazer algo, ou a maneira como se trabalha. (COSTA, 2000). Para adotar um método simplificado de trabalho, é necessário que as pessoas sejam treinadas em seu uso, até se acostumarem com ele e trabalharem de forma entrosada, sendo a duração do

treinamento influenciada pela habilidade e experiência dos operadores e pelo nível de dificuldade das mudanças.

No início, o emprego de um novo método de trabalho pode causar dificuldades, o que é normal, visto que toda mudança na forma de trabalho exige tempo e força de vontade para os operadores se adaptarem ao novo método. É importante que todos os operadores usem o mesmo método para racionalizar o trabalho, ou seja, com economia de esforços, de tempo e de materiais, sem prejuízo da qualidade. A simplificação do trabalho está diretamente relacionada ao método de trabalho, sempre com o objetivo de favorecer a produtividade, modificando somente o modo como se trabalha.

2.2 TEMPO PADRÃO

Segundo Barnes (1982), o tempo padrão é o número padronizado de minutos que um operador qualificado, treinado e experiente necessita para realizar determinada tarefa, trabalhando em ritmo e condições normais.

Para Junior (1989), tempo padrão é o tempo necessário para executar uma operação de acordo com um método estabelecido, em condições determinadas, por um operador apto e treinado, possuindo uma habilidade média, trabalhando com esforço médio, durante todas as horas do serviço.

2.3 COLETA DE DADOS

De acordo com Werkema (2006) os principais objetivos da coleta de dados para o controle da qualidade de produtos e serviços são: Desenvolvimento de novos produtos; Inspeção; Controle e acompanhamento de processos produtivos e Melhoria de processos produtivos.

Segundo (SILVA, 2002) Quando for coletar os dados é importante dispô-los de forma clara para facilitar o posterior tratamento. A clareza quanto a origem destes dados passa a ser muito importante, sendo que quanto mais estratificada for a informação, melhor será a análise destes dados.

2.4 PROCESSO DE CÁLCULO DO TEMPO PADRÃO

O primeiro passo do processo consiste na determinação das tarefas a serem analisadas. As tarefas devem estar definidas em seus limites, possibilitando uma correta definição dos pontos de batida de cronômetro.

Nesta fase, a reunião de informações sobre o processo (atividades interligadas) pode ser obtida através de um mapeamento do processo (LEAL, 2003). A divisão do processo em unidades menores deve ser realizada até o ponto de detalhamento desejado pelo analista do processo.

Após a prévia definição das tarefas a serem analisadas dentro de um processo, os tempos são levantados. Neste caso, quanto mais frequente ocorre a coleta de tempos, maior a qualidade do resultado. Alguns tempos podem estar fora da rotina, indicando acontecimentos esporádicos, como queda de algum instrumento, interferência externa, etc. Estes tempos só passam a ser considerados caso estes acontecimentos sejam frequentes, passando a ser uma característica do processo, caso contrário, eles devem ser eliminados. Após eliminados os tempos fora dos limites pré-determinados, diz-se que os tempos estão nivelados (SILVA E COIMBRA, 1980).

Com os tempos nivelados, é calculada a média aritmética dos tempos para cada tarefa. Na corrigidos. De acordo com a observação de pessoas mais experientes no processo em análise, o operador pode ser classificado segundo a habilidade e o esforço demonstrado durante a fase de coleta de tempos. Esta classificação recebe o nome de avaliação de ritmo (SILVA E COIMBRA, 1980).

De acordo com a definição de tempo padrão (JUNIOR, 1989), o operador deve possuir habilidade e esforço médios. Não seria correto estudar o operador ou a pessoa que trabalha muito rapidamente e submeter, como padrão para o grupo, os resultados de tal estudo. Entretanto, o estudo sobre o trabalhador de baixa produtividade pode resultar num padrão “frouxo” e num custo excessivo de mão de obra para o produto.

2.5 ARRANJOS FÍSICOS

Slack et al. (2002) define arranjo físico de uma operação produtiva como a preocupação com a localização física dos recursos de transformação. De forma resumida, a definição do arranjo físico consiste na decisão de onde alocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e colaboradores.

Stevenson (2001) considera que o arranjo físico é a configuração de departamentos, de centros de trabalho e de instalações e equipamentos, com ênfase

especial na movimentação otimizada, através do sistema, dos elementos aos quais se aplica o trabalho.

Naturalmente, existem algumas regras e direções que podem ser seguidas quando se define um arranjo físico. Contudo, a experiência e visão do gestor por muitas vezes representam a principal ferramenta de otimização. O arranjo deve, sobretudo, propor bem-estar às pessoas envolvidas, proporcionando a máxima eficiência produtiva.

2.6 BALANCEAMENTO

Balanceamento de uma linha de produção é o ajuste às necessidades da demanda, maximizando a utilização de seus postos ou estações, buscando unificar o tempo unitário de execução do produto. Uma linha de produção é formada por uma sequência de postos de trabalho, compondo estações, dependentes entre si, com funções bem definidas e direcionadas à fabricação ou montagem de um produto, sendo os postos as etapas que vão permitir a construção do item a ser fabricado.

Numa indústria de sapato, por exemplo, costurar o tecido é um posto de trabalho e juntar o tecido ao solado é outro. Se a costura do tecido anda mais rápido que a junção do tecido ao solado, ou seja, consome menos tempo por peça, a alternativa seria compor uma estação de trabalho formada por vários postos do solado, visando equilibrar o sistema e fazer as duas estações terem tempos iguais ou aproximadamente iguais (DAVIS, 2001).

A linha é composta por uma série de fases que se complementam, sendo os postos de trabalho organizados numa sequência lógica, seguindo um fluxo. Antes de analisar efetivamente as fases, Davis (2001) descreve as etapas necessárias para balancear uma linha da seguinte forma:

- Especificar a relação sequencial entre as tarefas, utilizando um diagrama de precedência;
- Determinar o tempo de ciclo necessário;
- Determinar o número mínimo teórico de estações de trabalho;
- Selecionar uma regra básica na qual as tarefas têm de ser alocadas às estações de trabalho e uma regra secundária para desempatar;
- Delegar tarefas, uma de cada vez, à primeira estação, até que a soma dos tempos seja igual ao tempo de ciclo. Repetir o processo nas estações seguintes;

- Avaliar a eficiência da linha.

3. METODOLOGIA

A metodologia empregada foi a de pesquisa-ação com objetivo resolução de um problema que envolve os pesquisadores de forma cooperativa/participativa. As principais disposições da pesquisa-ação é, fazer com que o pesquisador tome a ação de solucionar um problema, coletar dados em tempo real, ter entendimento dos ambientes onde a pesquisa se realizará, conhecendo a estrutura e dinâmicas locais e de operações, assim como ter seus próprios critérios de qualidade (COUGHLAN; COGHLAN, p. 222-240, 2002).

4. ESTUDO DE CASO

A pesquisa-ação foi aplicada com intuito de avaliar o balanceamento fabril como uma ferramenta importante para tornar o setor de costura da confecção eficaz. Inicialmente foram levantados dados da produção referentes aos meses de março e abril de 2017 de uma empresa do ramo de confecção que é prestadora de serviço de mão de obra para a fabricação de camisa social. Vale ressaltar que essa coleta de dados foi feita in loco sem balancear a produção, sendo o volume de peças produzidas nos períodos em questão demonstrados na tabela abaixo:

Produção Mensal sem Balanceamento

PRODUÇÃO MENSAL DO SETOR DE COSTURA		
ANO 2017	**MÊS**	**N° PEÇAS PRODUZIDAS**
SEM BALANCEAMENTO	**MARÇO**	**22.835**
	ABRIL	**22.900**

Fonte: Autor, 2017.

Como a produção, do ponto de vista do empresário, estava aquém do aceitável, foram cronometradas todas as operações de costura da camisa, buscando obter o tempo padrão de cada operação e assim analisar a distribuição das operações antes da

realização do balanceamento. Segue tabela com operações de montagem da camisa social com seus respectivos tempos padrões:

DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES DA CAMISA SOCIAL COM SEU RESPECTIVO TEMPO PADRÃO

Nº OP.	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	TEMPO PADRÃO EM MINUTOS	Nº OP.	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	TEMPO PADRÃO EM MINUTOS	Nº OP.	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	TEMPO PADRÃO EM MINUTOS
1	PÉ DE GOLA COM VIVO	0,35	18	BARRINHA DE CARCELA	0,37	35	PICAR ETIQUETA	0,04
2	DESTACAR PÉ	0,05	19	PREGAR CARCELA	0,58	36	PREGAR 1ª ETIQUETA	0,42
3	ACERTAR BARRINHA	0,15	20	PASSAR BARRINHA PÉ DO COLARINHO	0,35	37	PREGAR 2ª ETIQUETA	0,36
4	REFILAR COLARINHO SIMPLES	0,38	21	BARRINHA DE PUNHO	0,24	38	FAZER COSTA	0,51
5	PICAR COLARINHO (REFILADO)	0,04	22	DESTACAR BARRINHA DO PUNHO	0,04	39	PASSAR COSTA	0,20
6	ACERTAR BICO DO COLARINHO	0,11	23	FECHAR PUNHO REDONDO	0,40	40	ACERTAR OMBRO	0,19
7	REFILAR COLARINHO (PARTE 1)	0,10	24	DESTACAR PUNHO REDONDO	0,04	41	UNIR OMBROS	0,65
8	BICO DO COLARINHO	0,25	25	VIRAR PUNHO REDONDO	0,06	42	PREGAR GOLA	0,59
9	REFILAR COLARINHO (PARTE 2)	0,10	26	PESPONTAR PUNHO REDONDO	0,40	43	REBATER GOLA	0,90
10	PESPONTAR COLARINHO COM BARBATANA	0,43	27	PASSAR PUNHO	0,21	44	PREGAR MANGA	0,60
11	ACERTAR MEIO DO COLARINHO	0,11	28	F. BOLSO	0,31	45	DESTACAR MANGA	0,09
12	FECHAR O MEIO DO COLARINHO	0,43	29	PICAR FRENTE DO BOLSO	0,06	46	PESPONTAR MANGA	0,62
13	DESTACAR COLARINHO MONTADO	0,05	30	PASSAR FRENTE DO BOLSO	0,30	47	LATERAIS COM ETIQUETA	0,60
14	PASSAR COLARINHO	0,38	31	F. BOTÃO SIMPLES	0,70	48	ACERTAR CARCELA	0,24
15	MARCAR COLARINHO	0,10	32	DESTACAR F. BOTÃO	0,06	49	PREGAR PUNHO	0,60
16	REFILAR COLARINHO (PARTE 3)	0,10	33	PARZINHO	0,21	50	ACERTAR BARRA	0,34
17	PASSAR CARCELA	0,24	34	MARCAR PALA	0,05	51	FAZER BARRA SIMPLES	0,58

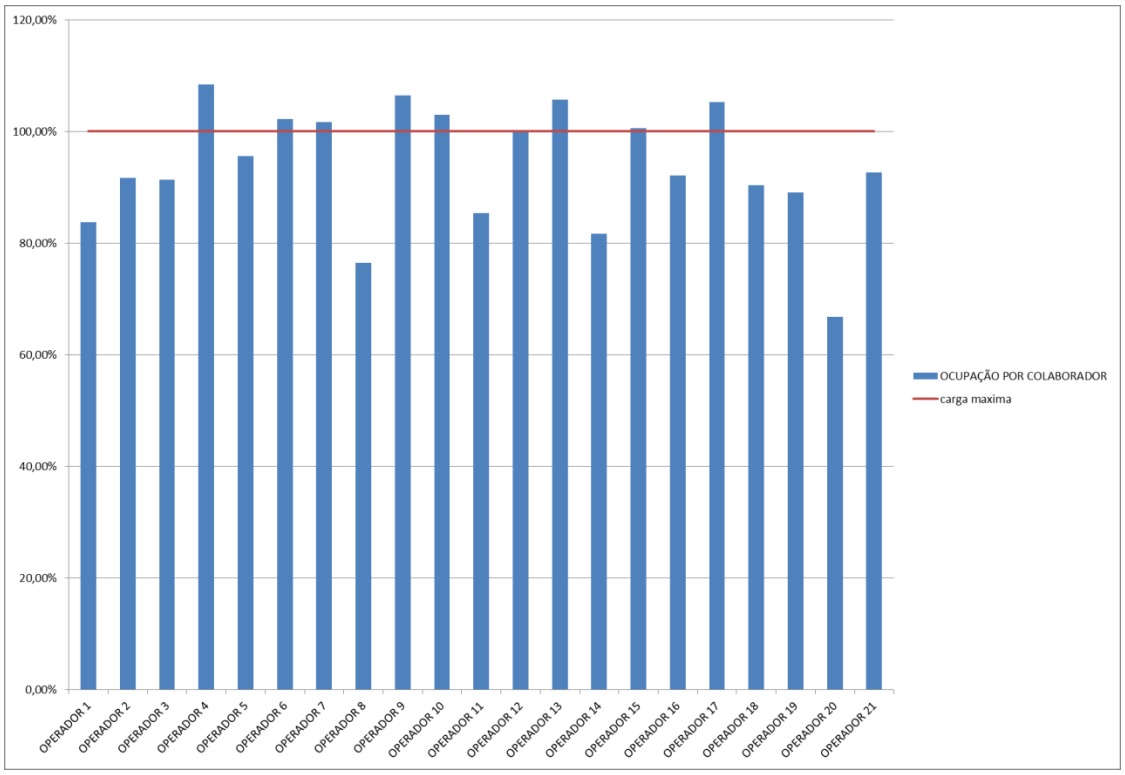
Fonte: Autor, 2017.

Na sequência, foi levantada a divisão das operações por operador, constatando-se o desbalanceamento da linha de produção de montagem das camisas. Segue tabela e gráfico com divisão das operações e ocupação por operador:

TABELA COM DIVISÃO DAS OPERAÇÕES POR OPERADOR SEM BALANCEAMENTO

OPERADOR	Nº DAS OPERAÇÕES REALIZADAS	% DE OCUPAÇÃO	OPERADOR	Nº DAS OPERAÇÕES REALIZADAS	% DE OCUPAÇÃO	OPERADOR	Nº DAS OPERAÇÕES REALIZADAS	% DE OCUPAÇÃO
OPERADOR 1	11, 13, 14 e 15	84%	OPERADOR 8	19 e 21	107%	OPERADOR 15	47 e 48	101%
OPERADOR 2	31	92%	OPERADOR 9	25, 32, 33, 34, 35, 39 e 40	106%	OPERADOR 16	20, 29 e 30	92%
OPERADOR 3	5, 6, 7, 8, 9 e 16	91%	OPERADOR 10	48, 49 e 50	103%	OPERADOR 17	4 e 12	105%
OPERADOR 4	10 e 26	108%	OPERADOR 11	41	85%	OPERADOR 18	44 e 45	90%
OPERADOR 5	42 e 43	96%	OPERADOR 12	43	100%	OPERADOR 19	3, 17, 22, 24 e 27	89%
OPERADOR 6	36 e 37	102%	OPERADOR 13	50 e 51	106%	OPERADOR 20	38	67%
OPERADOR 7	1, 2 e 18	102%	OPERADOR 14	46	82%	OPERADOR 21	23 e 28	93%

Fonte: Autor, 2017.

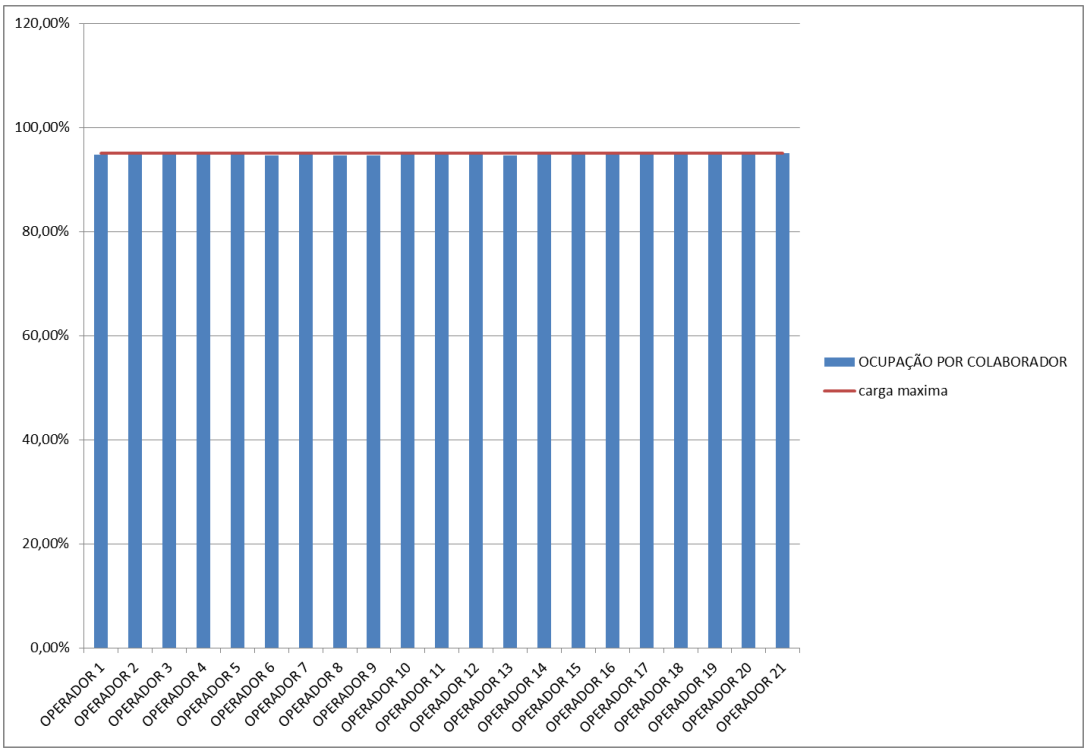


Fonte: Autor, 2017.

Após o levantamento da situação atual, foi elaborado e implementado o balanceamento fabril, buscando equilibrar a distribuição das operações com carga máxima por colaborador de 95%, demonstrados na tabela e gráfico a seguir:

TABELA COM DIVISÃO DAS OPERAÇÕES POR OPERADOR COM BALANCEAMENTO								
OPERADOR	Nº DAS OPERAÇÕES REALIZADAS	% DE OCUPAÇÃO	OPERADOR	Nº DAS OPERAÇÕES REALIZADAS	% DE OCUPAÇÃO	OPERADOR	Nº DAS OPERAÇÕES REALIZADAS	% DE OCUPAÇÃO
OPERADOR 1	10, 11, 13, 14 e 15	95%	OPERADOR 8	19 e 21	95%	OPERADOR 15	47 e 48	95%
OPERADOR 2	31 e 32	95%	OPERADOR 9	32, 33, 34, 35, 39 e 40	95%	OPERADOR 16	20, 29, 30 e 50	95%
OPERADOR 3	4, 5, 6, 7, 8, 9 e 16	95%	OPERADOR 10	48 e 49	95%	OPERADOR 17	4 e 12	95%
OPERADOR 4	10 e 26	95%	OPERADOR 11	40 e 41	95%	OPERADOR 18	43, 44 e 45	95%
OPERADOR 5	42 e 43	95%	OPERADOR 12	43	95%	OPERADOR 19	2, 3, 17, 22, 24 e 27	95%
OPERADOR 6	36 e 37	95%	OPERADOR 13	50 e 51	95%	OPERADOR 20	12, 21 e 38	95%
OPERADOR 7	1 e 18	95%	OPERADOR 14	46 e 50	95%	OPERADOR 21	23, 28 e 50	95%

Fonte: Autor, 2017.



Fonte: Autor, 2017

Após a implantação do balanceamento fabril no setor de costura de camisas sociais, foi levantado o volume de peças produzidas nos meses de maio, junho e julho, onde o setor de costura da empresa trabalhou de forma balanceada, estando todos os operadores com ocupação equivalente a 95%.

PRODUÇÃO MENSAL DO SETOR DE COSTURA		
ANO 2017	**MÊS**	**N° PEÇAS PRODUZIDAS**
SEM BALANCEAMENTO	**MARÇO**	**22.835**
	ABRIL	**22.900**
COM BALANCEAMENTO	**MAIO**	**26.894**
	JUNHO	**27.986**
	JULHO	**29.820**

Fonte: Autor, 2017.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho associou teoria a uma aplicação prática de balanceamento de produção do setor de costura de uma empresa que fabrica camisas. No caso, foi realizado o balanceamento da linha de produção de camisa social, buscando equalizar as operações de montagem das peças.

O ganho de produtividade obtido, no caso de 30,59%, que representa uma elevação de 349 camisas/dia ou 6.985 camisas/mês, só pode ser obtido devido ao fato do empresário acreditar no trabalho e dar autonomia ao consultor para agir e modificar qualquer ponto na distribuição das operações de costura das camisas.

O estudo confirma a tese de que a obtenção de tempo padrão e o estudo do arranjo físico não são suficientes para que as empresas possam obter uma produtividade aceitável, sendo extremamente necessário o balanceamento da produção, visto que uma boa distribuição das operações de manufatura de qualquer produto faz toda diferença.

O grande paradigma a ser quebrado foi quanto a aceitação por parte dos colaboradores do setor das mudanças na distribuição das operações de costura das camisas faccionadas nos 3 grupos da empresa, visto que a grande maioria dos 68 colaboradores do setor em questão tinham mais de 10 anos de empresa.

6. REFERÊNCIAS

BARNES, Ralph M. **Estudo de movimentos e de tempos**. São Paulo: Edgard Blücher, 6ª ed., 1982.

COSTA, Cel. Fernando Febeliano. **Organização Industrial**. Centro Paula Souza. São Paulo. 2000.

COUGHLAN, P; COGHLAN, D. **Pesquisa de Ação para Gerenciamento de Operações.** *Revista Internacional de Operações e Gestão da Produção* , v. 22, n.2, p.222-240, 2002.

DAVIS, Mark; AQUILANO, Nicholas; CHASE Richard, **Fundamentos da Administração da Produção.** Porto Alegre: Bookman, 2001.

JUNIOR, I.F.B.T. **Tempos e Métodos**. Série Racionalização Industrial. Editora ItysFides Bueno de Toledo Jr. e CIA. LTDA, 1989.

LEAL, F. **Um diagnóstico do processo de atendimento a clientes em uma agência bancária através de mapeamento do processo e simulação computacional**.

Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, MG, 2003.

MIGUEL, P. A. C. **Estudo de Caso na Engenharia De Produção: Estruturação e Recomendações para sua Condução.**, p. 219, POLI-USP, 2007.

SILVA, A.V.; COIMBRA, R.R.C.. **Manual de Tempos e Métodos: Princípios e técnicas do estudo de tempos**. Editora Hemus, 1980.

SILVA, Marcos Roberto da. **Análise e Melhoria do Processo Produtivo em uma Empresa Automobilística**.2002. 72f. Monografia (Programa de MBA em Gerência Empresarial e Negócios) – Universidade de Taubaté, Taubaté. 2002

SLACK,N.; CHAMBERS, C; JOHNSTON, R.; **Administração da Produção**. 2ed.São Paulo: Atlas,2002. 747p.

STEVENSON, Willian J. **Administração das operações de produção**. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

TAYLOR, F.W. **Princípios de Administração Científica**. 8 ed., São Paulo: Atlas, 1990.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas Estatística Básicas para o Gerenciamento de Processos**. Belo Horizonte: Werkema, 2006. 290p.

CAPABILIDADE METROLÓGICA – COMPARAÇÃO DOS ÍNDICES DE CAPABILIDADE EM UM LOTE DE PEÇAS DE ALUMÍNIO EM DIFERENTES TEMPERATURAS

Aguimar Rogerio Gomes [1]
Wallyson Thomas Alves da Silva [2]
Ricardo Favaro [3]
Marcus Vinicius Begossi [4]

RESUMO

O Estudo da capacidade de um processo é comparar a variabilidade própria do produto com as exigências ou especificações e só pode ser estimada quando o processo está sobre controle estatístico, ou seja, tem comportamento previsível caracterizado por uma distribuição. Os índices que apontam se o processo está fabricando produtos dentro de uma faixa de especificação e assim indicam se a produtividade está o suficientemente aceitável são Cp, Cpk, Pp e Ppk que dentro de uma curva de distribuição normal centralizada em +/- 3 sigmas representa um índice de assertividade de 99,73% ou seja, em um lote de 1.000.000 peças, 2.700 estarão fora da especificação. Com a alta competitividade e as exigências dos clientes os indicadores de performance estratégicos, táticos e operacionais, utilizados atualmente nas empresas são em muitas vezes bastante eficazes para medirem o que lhes é proposto, todavia, tornam-se ineficaz quando tentamos comparar as diversas performances dimensionais em um mesmo produto. As empresas preocupadas com a alta qualidade e a redução de custos dos seus produtos medem seu desempenho através do nível sigma dos seus processos produtivos, que busca uma assertividade de 99,99%. Em um processo de produção de 18 peças em um torno CNC qual seriam os índices de capabilidade do processo deste lote fabricado em um ambiente com temperatura à 20ºC e como se comportariam estes índices caso as peças sejam submetidas a uma temperatura superior à de controle. O objetivo deste trabalho é calibrar e fazer os cálculos de incerteza do micrômetro milesímal (25-50mm), medir as peças e elaborar os gráficos de capabilidade, verificar se o equipamento é capaz de produzir peças dentro de um limite de aceitação especificado e como é o comportamento da curva de distribuição das medidas em diferentes faixas de temperatura. O resultado deste trabalho, demonstrou que que o equipamento não foi capaz de manter um índice mínimo de

[1] E-mail: argomes16@hotmail.com
[2] E-mail: wallyson.silva@sp.senai.br
[3] E-mail: ricardo.favaro@sp.senai.br
[4] E-mail: mbegossi@sp.senai.br

capabilidade segundo a norma ISO QS9000 e que os índices de capabilidade Cp e Cpk variam inversamente proporcional ao aumento da temperatura, sendo este resultado expresso por uma equação do 1º grau.

Palavras-chave: Inceteza. Capabilidade do processo. Nível sigma.

1. REVISÃO TEÓRICA

Incerteza: A definição formal da ISO GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Meansurement) (1995) para "incerteza de medição" traz vários pontos a destacar. Primeiramente, ressalta-se que a incerteza está relacionada a um valor de medição, que é o resultado da medição, e não ao valor verdadeiro do mensurando, o qual na prática não é conhecido. O resultado da medição é apenas a melhor estimativa de tal valor verdadeiro e, na ausência de efeitos sistemáticos, geralmente é obtido pela média aritmética de N medições repetidas do mesmo mensurando. O segundo ponto a destacar é que a incerteza caracteriza uma faixa de dispersão ou intervalo, e não um valor pontual. Nesse sentido, a incerteza não deve ser confundida com "erro", pois esse último é um valor pontual e não uma faixa e usualmente pode ser corrigido, quando aplicado um fator de correção adequado. Já a incerteza é a dúvida remanescente associada ao resultado da medição. Ela mede o grau de desconhecimento sobre aquilo que está sendo medido. Por fim, cabe ressaltar que a incerteza corresponde a uma faixa de valores que podem ser atribuídos fundamentadamente ao mensurando, isto é, de uma forma fundamentada e realista, não devendo ser entendida como uma "faixa de segurança". Ou seja, a incerteza não deve, por um lado, ser subestimada e, por outro, tampouco deve ser sobrestimada.

Capabilidade do processo: Habilidade do processo de produzir partes conforme as especificações de engenharia, avaliando-se a média e o desvio padrão do processo, para comparação com a especificação.

Nível Sigma: Sigma (a 18ª. letra do alfabeto grego) é uma medida de variação utilizada em estatística. Esta medida, aplicada a um processo empresarial, diz respeito à frequência com que determinada operação ou transação utiliza mais do que os recursos mínimos necessários para satisfazer o cliente. A maioria das empresas está no nível "4-sigma", o que significa mais de 6 mil defeitos por 1 milhão de oportunidades. Isto significa um custo em torno de 15% a 20% de seu faturamento, conforme Tab. (1). Uma empresa que está no nível "6-sigma" registra apenas três defeitos em um milhão. Segundo

Campos (1999), "o conceito seis sigma é uma nova forma para medir o quanto um produto é bom. Quando um produto tem seis sigma isto nos diz que sua qualidade é excelente, significando que a probabilidade de produzir defeitos é extremamente baixa" (CAMPOS, 1999).

Tabela 1: "A Escalada da Qualidade. O que é, e o que representa em termos de Custo cada etapa do sistema Seis Sigma"

Nível Sigma	Defeitos por milhão	Custo da não qualidade
6 Sigma	3,4	Menos de 10% das vendas
5 Sigma	233	10% - 15% das vendas
4 Sigma	6210	15% - 20% das vendas
3 Sigma	66807	20% - 30% das vendas
2 Sigma	308537	30% - 40% das vendas
1 Sigma	690000	----------

Fonte: Revista EXAME

Assim, estar no nível Seis Sigma se traduz para a organização em vantagem de custo e, os recursos que "sobram", podem ser redirecionados dentro da estrutura organizacional para diferenciação competitiva. Dessa forma, a meta dessa ferramenta não é apenas alcançar melhores níveis de qualidade, ela está relacionada também à melhoria da lucratividade. Segundo Cristina Werkema (2004), no Brasil, o resultado das organizações que estão adotando o programa Seis Sigma "tem superado o indicador de 15 reais de ganho por real investido e há vários projetos cujo retorno é da ordem de 5 a 10 milhões de reais anuais" (WERKEMA, 2004, p. 83).

2. METODOLOGIA

Foram torneadas um lote de 18 peças conforme desenho (ANEXO 1 - Desenho Corpo de Prova) de uma liga de alumínio da família 5051 no torno CNC ROMI GALAXY 10 com 6000 rpm e potência máxima do eixo árvore de 15kW, comando Fanuc 0iT.

Para se obter dados confiáveis, o instrumento de medição utilizado foi o micrômetro milesimal da marca Mitutoyo, capacidade (25-50) mm que foi calibrado e aferido de acordo com a norma ISO3611(1998), e também calculado suas incertezas de acordo com norma ISO GUM (1995).

A partir dos cálculos de incerteza realizados, foram especificados os limites superiores e inferiores de aceitação (LSA, LIA) e feito todo o controle dimensional das amostras em um laboratório de metrologia com temperatura controlada à 20ºC, onde os dados que são a base de referência deste trabalho estão dispostos no ANEXO 3 Tabela de medições a 20ºC.

Com base nestes dados foram gerados os gráficos de capabilidade (Figura 7 e 8) das medidas críticas e calculado o nível sigma do lote produzido (Item 3.6).

Depois as peças foram submetidas a um aquecimento controlado em um forno elétrico marca Jung capacidade 1400ºC de 0,072 litro,s à 75ºC e medidas novamente. Neste momento foi aplicado o fator de correção do erro do aparelho, de 0,0063 mm para a medida de 36,965 mm e de 0,0051mm para a medida de 29,98 mm, pois a peças dissiparam calor com o aparelho e os dados obtidos e corrigidos desta outra medição estão no ANEXO 4 Tabela de medições à 75ºC , que geraram os gráficos de capabilidade (Figuras 11 e 12).

3. RESULTADOS

3.1. Calibração e incerteza do aparelho de medição (micrômetro milesimal (25 – 50)mm.

Antes da execução das medições, para determinação da capabilidade do processo que é objeto de estudo deste trabalho, foi realizado a calibração e o cálculo de incerteza do micrômetro utilizado, para se obter uma zona de aceitação cujos limites são resultado da diferença dos limites de tolerância e incerteza de medição conforme representados na Eq. (1) e (2) (Albertazzi, 2008) que representam os limites para zona de aceitação:

$$LIA = LIE + U \quad (1)$$

$$LSA = LSE - U \quad (2)$$

Onde:

LIA – Limite Inferior de Aceitação;

LIE – Limite Inferior de Especificação;

U – Incerteza Expandida da Calibração do Aparelho;

LSA – Limite Superior de Aceitação;

LSE – Limite Superior de Especificações.

Pois através dos valores destes limites que será determinado os índices de capabilidade (Cp, Cpk, Pp, Ppk)

A metodologia para calibração do instrumento foi baseada na norma ABNT 3611(2000), e a incerteza no guia para expressão de incerteza de medição JCGM 100:2008, GUM 1995 com pequenas correções.

3.2. Componentes da incerteza de medição do micrômetro

As equações e os valores obtidos foram baseados na calibração do micrômetro miliesimal com capacidade (25 - 50)mm e no cálculo de incerteza do mesmo.

Repetitividade: É uma incerteza tipo A sua influência é tipicamente aleatória, e é avaliada pelo cálculo do desvio padrão da média, conforme Eq.(3):

$$U(a) = \frac{S}{\sqrt{N}} \quad (3)$$

Onde:

Ua – Incerteza;

S – Desvio Padrão;

N – Numero de Medições.

Resolução (Res):A resolução do micrômetro é de 0,001mm. Esta variável é considerada com média zero e limites de variação definido pela resolução do equipamento, conforme Eq. (4).

Distribuição: Retangular

$$U(Res) = \frac{0{,}001}{2\sqrt{3}} = 0{,}000289 \quad (4)$$

Incerteza herdada do bloco padrão (Ep): Esta variável tem média dada pelo valor do padrão com desvio padrão definido pela incerteza combinada (K), ambos declarados no certificado de calibração, conforme Eq.(5).

$$U(Ep) = \frac{U(Padrão)}{K} = \frac{0{,}00005}{2} = 0{,}000025 \quad (5)$$

Paralelismo (Is): O paralelismo entre as faces é considerada uma variável com média zero e limites de variação de +/- 0,0006 (resultado obtido via um paralelo óptico), também declarado no certificado de calibração, conforme Eq. (6)

Distribuição : Retangular

$$U(Is) = \frac{U\ (paralelismo)}{2\sqrt{3}} = \frac{0{,}0006}{2\sqrt{3}} = 0{,}000173 \quad (6)$$

Lembrando que não foi considerada a incerteza da diferença de temperatura pois os blocos padrões e o micrômetro encontravam-se na mesma temperatura, pois foi realizado em laboratório com temperatura controlada de 20ºC, portanto este índice seria nulo. Porém é importante ser mencionado que em uma situação diferente segundo as normas que embasou este estudo este índice deve ser imputado, juntamente com a incerteza da sensibilidade.

3.3. Incertezas obtidas do micrômetro milésimal

Para tratamento dos dados medidos e o cálculo de incerteza de cada ponto de calibração, de acordo com os procedimentos descritos, foi criado uma planilha em excel Tabela (2), (3), (4), (5) e (6)que servirá de ferramenta para futuros cálculos de incerteza de calibração podendo também ser utilizada para calibração de paquímetro, pois a metodologia aqui empregada é a mesma para ambos.

Tabela 2 – Tabela Resolução Micrometro Milésimal

Características do Equipamento		**Unidade da Grandeza**
Resolução:	0,001	Mm
Faixa de Indicação:	25 - 50	Mm

Tabela 3 – Tabela de Incertezas (herdadas) do Bloco Padrão

BLOCOS PADRÃO			
U Padrão	**K**	**U Paral.**	**Distribuição**
0,00005	2	0,0006	Retangular

Tabela 4 – Tabela de Leituras Realizadas pelo Micrômetro

Referência (mm)	Leitura 1 (mm)	Leitura 2 (mm)	Leitura 3 (mm)	Leitura 4 (mm)	Leitura 5 (mm)	Média (mm)	Tendência (mm)	Desvio Padrão (mm)
25,000	25,001	25,000	25,000	25,001	25,000	25,000	0,000	0,001
27,500	27,501	27,500	27,501	27,501	27,500	27,501	0,001	0,001
30,100	30,101	30,102	30,100	30,101	30,101	30,101	0,001	0,001
32,700	32,700	32,701	32,701	32,700	32,702	32,701	0,001	0,001
35,300	35,304	35,304	35,302	35,302	35,303	35,303	0,003	0,001
37,900	37,902	37,902	37,902	37,903	37,902	37,902	0,002	0,000
40,000	40,000	40,003	40,003	40,003	40,001	40,002	0,002	0,001
42,600	42,602	42,604	42,602	42,603	42,603	42,603	0,003	0,001
45,200	45,202	45,202	45,201	45,201	45,201	45,201	0,001	0,001
47,800	47,803	47,804	47,800	47,803	47,802	47,802	0,002	0,002
50,000	50,002	50,001	50,000	50,002	50,002	50,001	0,001	0,001

Tabela 5 – Tabela de Incertezas Calculadas em cada ponto de calibração

Cálculo da Incerteza da Medição								
Referência	Componentes da Incerteza da Medição				Incerteza padrão Combinada (Uc)mm	veff Nº graus de liberdade efetivo	k (95,45 %)	Incerteza Padrão Expandida U (mm)
	Repetitividade (Ua)mm	Resolução Micrometro (URes)mm	U Bloco Padrão (Ep)mm	U Paralelismo (Is)mm				
25	0,000245	0,000289	0,000025	0,000173	0,000417	**34**	**2,07**	**0,00087**
27,5	0,000245	0,000289	0,000025	0,000173	0,000417	**34**	**2,07**	**0,00087**

30,1	0,000316	0,000289	0,000 025	0,00017 3	0,00046 3	**18**	**2,15**	**0,00099**
32,7	0,000374	0,000289	0,000 025	0,00017 3	0,00050 4	**13**	**2,21**	**0,00111**
35,3	0,000447	0,000289	0,000 025	0,00017 3	0,00056 0	**10**	**2,26**	**0,00126**
37,9	0,000200	0,000289	0,000 025	0,00017 3	0,00039 2	**59**	**2,04**	**0,00080**
40	0,000632	0,000289	0,000 025	0,00017 3	0,00071 7	**7**	**2,43**	**0,00174**
42,6	0,000374	0,000289	0,000 025	0,00017 3	0,00050 4	**13**	**2,21**	**0,00111**
45,2	0,000245	0,000289	0,000 025	0,00017 3	0,00041 7	**34**	**2,07**	**0,00087**
47,8	0,000678	0,000289	0,000 025	0,00017 3	0,00075 8	**6**	**2,52**	**0,00191**
50	0,000400	0,000289	0,000 025	0,00017 3	0,00052 3	**12**	**2,23**	**0,00117**

Tabela 6 – Tabela de Incerteza Padrão Expandida dos pontos de utilização do micrômetro.

RESULTADO (Média + / - U)		
Faixa de Ref.	Média (mm)	U (mm)
30,1	30,1010	0,0010
37,9	37,9022	0,0008

3.4. Resultado dos índices de capabilidade e nível sigma obtido em ambiente com temperaratura controlada (20ºC).

A partir das incertezas calculadas acima, foi estabelecido os Limites Superior e Inferior de Aceitação das duas medidas críticas especificadas no projeto, conforme

ANEXO 1(Desenho do Corpo de Prova) as quais serão objetos de nosso estudo de capabilidade em diferentes temperaturas, aplicando as Eq.(1) e (2).

$$LIA = LIE + U \quad (1)$$

$$LSA = LSE - U \quad (2)$$

Para que não tivéssemos nenhum fator de erro, neste primeiro momento por diferença de temperaturas entre a peça e o instrumento de medição, foi tomado a precaução de se realizar as medições com o mensurado e o micrometro na mesma temperatura (20ºC), tornando assim esta incerteza nula.

Utilizando o software Minitab, foram geradas as curvas para as medidas de acordo com os Limites de Aceitação e os índices Cp, Cpk, Pp e Ppk, conforme Tabela (7) e Fig. (1) e (2):

Tabela 7 – Tabela dos Limites de Aceitação

	Medidas		
Alvo	Ø 36,965	Ø 29,980	Unidade
Tolerância Inferior	-0,0200	-0,0300	mm
Tolerância Superior	0,0200	0,0300	mm
Incerteza	0,0008	0,0010	mm
Limite Inferior de Especificação (LIE)	Ø 36,945	Ø 29,950	mm
Limite Superior de Especificação (LSE)	Ø 36, 985	Ø 30,010	mm
Limite Inferior de Aceitação (LIA)	Ø 36,946	Ø 29,951	mm
Limite Superior de Aceitação (LSA)	Ø 36,984	Ø 30,009	mm

Figura 1 - Capabilidade do Processo para medida de Ø 36,965 à 20ºC

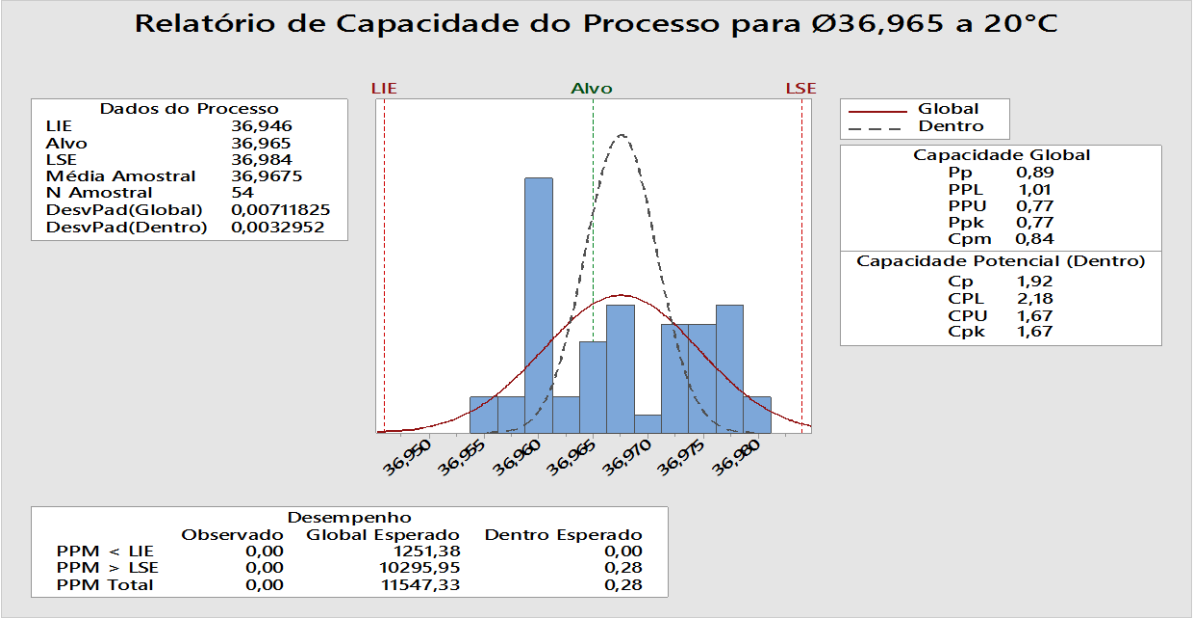
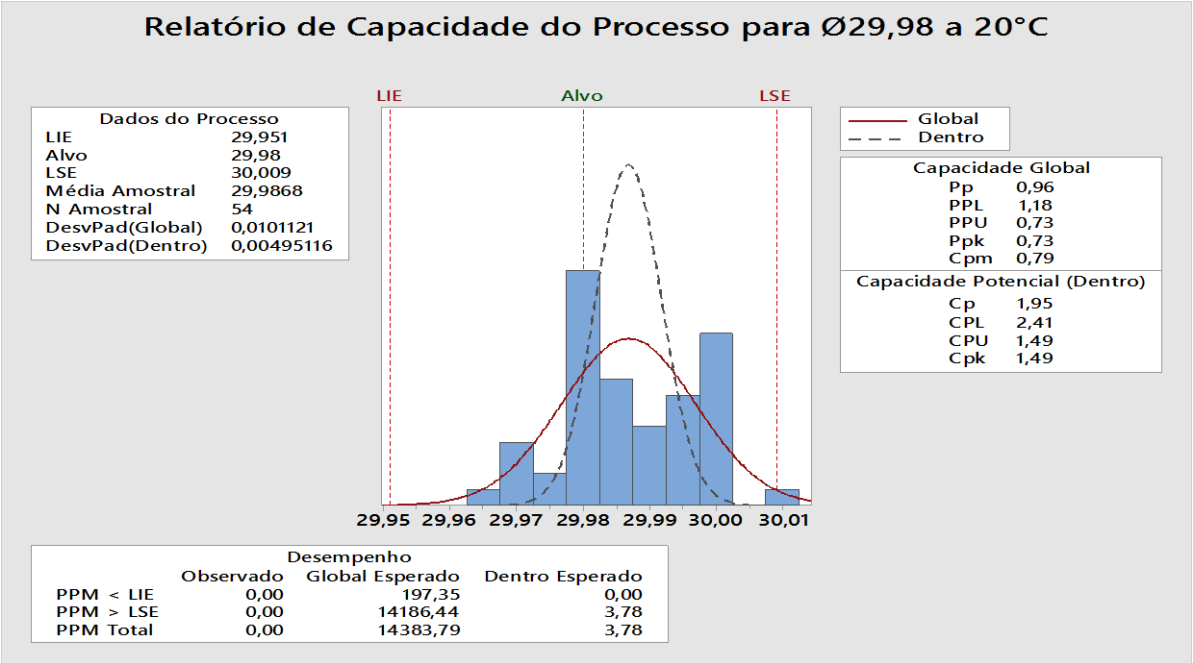


Figura 2 - Capabilidade do Processo para medida de Ø 29,98 à20ºC



3.5. Análise dos dados das medições efetuadas à 20ºC

Segundo Slack(2002), "a capabilidade do processo é a medida da aceitabilidade da variação do processo". Werkema(1995) considera os índices de capabilidade

informam se o processo é ou não capaz de fabricar produtos que atendam às especificações dos clientes, tantos internos, quanto externos. Assim, a medida de capabilidade é dada pela Eq. (10):

$$Cp = \frac{(LSA - LIA)}{6s} \quad (10)$$

Onde:

LSA = limite superior de aceitação

LIA = limite inferior de aceitação

s = Médiado Desvio Padrão dos Subgrupos da Amostra (Desvio Padrão de Shewhart)

Quando Cp > 1,33 o processo é considerado capaz e se Cp < 1,33 o processo não é

considerado capaz. Quando a média da variação não está sob o ponto médio da faixa de

especificação, utilizam-se índices de capabilidade unilateral, onde se considera o deslocamento da média e é dado pela Eq.(11):

$$Cpk = Min\left[Cpl = \frac{(X - LIA)}{3s}\right]\left[Cpu = \frac{(LSA - X)}{3s}\right] \quad (11)$$

Onde:

Cpl = Índice Unilateral Inferior

Cpu = Índice Unilateral Superior

X = Média do Processo

LSA = Limite Superior de Aceitação

LIA = Limite Inferior de Aceitação

s = Média do Desvio Padrão dos Subgrupos da Amostra (Desvio Padrão de Shewhart)

Os índices Cp e Cpk trabalham com a faixa de variação natural, ou seja, com o desvio

padrão natural do processo, considerando somente a presença de causas comuns.

Entretanto, surge a necessidade de serem estudados índices que consideram a presença de

causas comuns e especiais, ou seja, que considerem a variação total do processo. Esses

índices são Pp e Ppk e são mostrados nas Eq.(12) e (13):

$$Pp = \frac{(LSA - LIA)}{3\sigma} \tag{12}$$

$$Ppk = Min\left[Ppl = \frac{(X - LIA)}{3\sigma}\right]\left[Ppu = \frac{(LSA - X)}{3\sigma}\right] \tag{13}$$

Onde:

Ppl = Índice Unilateral Inferior;

Ppu = Índice Unilateral Superior;

X = Média do Processo;

LSA = limite superior de aceitação;

LIA = limite inferior de aceitação;

‘σ = Desvio Padrão Global das Amostras.

A diferença entre os índices citados é que Cp e Cpk consideram que existem somente causas comuns de variação, enquanto Pp e Ppk consideram a presença, também, de causas especiais. Cp e Pp consideram que a média está centrada, enquanto Cpk e Ppk não parte do pressuposto da centralização da média. Assim, o índice Ppk não faz qualquer suposição a respeito da média e das fontes de variação, sendo então, o melhor índice para avaliar o

desempenho atual do processo.

Além deste indicador acima citado, temos mais dois indicadores a se avaliar, de forma a fazer uma analise mais abrangente da capabilidade, pois Ppk mede o desempenho somente em relação ao limite de aceitação que esta mais próximo da média. Para uma

avaliação da variação do processo em relação ao valor nominal de especificação (ALVO) a sua média, é indicado o índice Cpm e é expresso pela Eq.(14)

$$Cpm = \frac{LSA-LIA}{6\sqrt{\sigma^2+(X+T)^2}} \quad (14)$$

Onde:

LSA = Limite Superior de Aceitação;

LIA = Limite Inferior de Aceitação;

‘σ = Desvio Padrão Global das Amostras;

X = Média do Processo;

T = Valor nominal da especificação (ALVO).

Devemos avaliar também o capacidade potencial do processo (desempenho) à produzir peças fora da especificação a longo prazo, tomando como base a distribuição acumulativa global e estimando as não conformidades fora dos limites de aceitação em partes por milhão PPM.

A Tabela (8) abaixo expressa a taxa rejeitos em partes por milhão (PPM) baseado nos índices unilaterais Ppl e Ppu.

Tabela 8 – Taxa de rejeito em PPM em relação aos índices Ppl e Ppu

Ppu/Ppl	Esp. Unilaterais	Esp. Bilaterais
0,25	226.628	453.255
0,50	66.807	133.614
0,60	35.931	71.862
0,70	17.865	35.730
0,80	8.198	16.396
0,90	3.467	6.934
1,00	1.350	2.700
1,10	484	968
1,20	159	318
1,30	48	96
1,40	14	28
1,50	4	8
1,60	1	2
1,70	0	0
1,80	0	0
2,00	0	0

Fonte: Montgomery(1997)

De acordo com a norma e manuais de referência do sistema da qualidade **QS-9000**, desenvolvido para monitorar os sistemas da qualidade de montadoras automotivas, apresenta o requisito "Estudos Preliminares de Capabilidade de Processo". A finalidade deste requisito é determinar se um processo de produção poderá produzir produtos que atendam as especificações de um cliente. Nele, é apresentado um quadro com interpretações de alguns valores de referência dos índices PPK e PP , assim como procedimentos básicos associados à indústria automotiva. Destaca-se do referido quadro (Manual de Processo de Aprovação de Peças para Produção – QS-9000):

- PPK e PP > 1,67: o processo provavelmente atende aos requisitos do cliente;

-1,33 ≤ (PPK e PP) ≤ 1,67: o processo pode não atender aos requisitos do cliente. Após aprovação da peça, iniciar produção com atenção adicional às características até que um CPK > 1,33 seja atingido.

- (PPK e PP) < 1,33: o processo está abaixo do padrão no atendimento dos requisitos do cliente. Deverá ser dada prioridade à melhoria do processo, e documentada em um plano de ação corretiva. Normalmente, será necessário aumentar a inspeção ou ensaios até que um índice CPK = 1,33 seja obtido. Um Plano de Controle revisado para essas ações temporárias deverá ser analisado criticamente e aprovado pelo cliente.

A Tabela (9) abaixo monstra os índices de capabilidade obtidas a partir dos gráficos Fig. (1) e (2)

Tabela 9 – Índices de Capabilidade a 20ºC

Índices	**Ø 36,965**	**Ø 29,980**
Cp	1,92	1,95
Cpk	1,67	1,49
Pp	0,89	0,96
PpK	0,77	0,73
Cpm'	0,84	0,79
PPM < LIA	1251,31	197,35
PPM > LSA	10295,95	14186,44
PPM Tot	11547,33	14383,79

De acordo com as informações acima mencionada, concluímos que:

- O processo de torneamento CNC utilizando o torno Romi GALAXY 10 não é capaz de atender as medidas de Ø 36,965mm e Ø 29,980mm com as devidas tolerâncias especificadas no projeto . (ANEXO 1 – Desenho Corpo de Prova) Pois os

índices de Pp e Ppk estão menores que 1,33 em ambas as avaliações, demostrando assim uma amplitude muito grande entre as amostras avaliadas ;

- O equipamento demonstra que é potencialmente capaz de produzir dentro dos intervalos especificados no projeto, pois se percebe um processo relativamente centrado, já que é pouca a diferença entre Cp e Cpk,e seus valores estão acima de 1,33 o que demonstra a capacidade que o processo poderá atingir caso as dispersões entre os subgrupos sejam corrigidas.
- Apesar do processo de torneamento se demostrar relativamente centrado, há um distanciamento da média com relação à medida nominal especificado no projeto (ALVO), demonstrado nos índices Cpm em ambas as medidas, pois segundo Montgomery(1997) e Chan et al. (1988) pra que um processo seje aceitável ou relativamente capaz, Cpm ≥ 1.
- Analisando o desempenho do equipamento a longo prazo, observamos uma capacidade potencial do mesmo produzir peças fora das especificações Ø 36,965 +/- 0,02mm e Ø 29,980 +/-0,03mm na proporção de 11547,33PPM e 14383,79PPM respectivamente, caso as dispersões não sejam corrigidas, representando um custo de não qualidade de 20% à 30% sob o valor total das vendas conforme demonstrado na Tabela 1.

3.6. Análise do nível sigma

A análise de capabilidade do processo de torneamento, acima descrito foi baseado somente em duas medidas com tolerâncias restritas, porém analisando nosso lote de peças e o processo de fabricação de uma maneira mais ampla, levando em conta todas as dimensões do produto, de acordo com os conceitos seis sigmas, que vem sendo amplamente difundido na indústria, por visar a obtenção de um rendimento de 99,999%

Adotando a metodologia seis sigmas na análise dimensional do nosso lote fabricado, temos:

Oportunidade de defeitos (OD): Cada especificação de dimensão representa uma oportunidade para ocorrência de um defeito, ou seja, representa uma oportunidade de defeito. Portanto na nossa peça temos 5 oportunidades de defeitos.

Defeitos por unidades (DPU): As métricas baseadas em defeituosos não levam em consideração o numero de defeitos, isto é, uma peça defeituosa que possui um defeito é

equivalente a uma peça que apresenta cinco defeitos. De acordo com a planilha geral das medições realizadas neste lote de produção **(ANEXO 3 Tabela de medições à 20ºC)**, das 18 peças produzidas, quatro apresentaram um ou mais defeitos, portanto o DPU é dado pela Eq.(15):

$$DPU = \frac{Quant.peças\ defeituosa}{Quant.peças\ inspecionadas} = \frac{4}{18} = 0{,}222 \quad (15)$$

Ou seja, foi encontrado 0,222 defeitos por peça produzida.

Neste momento o tipo de defeito encontrado não nos interessa e sim a quantidade de peças rejeitadas.

Defeito por milhão de oportunidade (DPMO): É a quantidade de peças defeituosas elevada a um milhão e divido pela oportunidade de defeitos por peça, ou seja, Eq.(16).

$$DPMO = \frac{DPU}{OD} \times 10^6 = \frac{0{,}222}{5} \times 10^6 = 44.000 \quad (16)$$

Este índice indica que em 1000.000 de peças produzidas, 44.000 estarão defeituosas. Dessa forma, percebemos que a partir da a Tabela (10) abaixo, determinamos por interpolação matemática que o nível sigma do lote de peças produzidas é de **3,2** e um rendimento de **95,6%.**

Tabela (10) – Tabela de Conversão Six Sigma, Fonte: George,2002

Rendimento *	Defeitos por Milhão de Oportunidades	Nível Sigma
69.15%	308,500	2.0
84.13%	158,700	2.5
93.32%	66,800	3.0
97.73%	22,700	3.5
99.38%	6,200	4.0
99.87%	1,300	4.5
99.977%	230	5.0
99.997%	30	5.5
99.9997%	3.4	6.0

3.7. Resultado dos índices de capabilidade obtido elevando a temperatura à 75ºC

Para se realizar este ensaio, todas as peças do lote fabricado foram aquecidas em um forno elétrico à temperatura de 85ºC e medidas rapidamente. Pois de acordo com os conceitos de termodinâmica o alumínio é um excelente dissipador de calor, e no momento de se realizar a medida propriamente dita a peça já se encontrava em uma temperatura de 75ºC, pois dissipou calor com o ambiente e com o aparelho de medição (Micrômetro Milesimal).

Essa dissipação de calor para o micrômetro fez com que a temperatura do mesmo chegasse e se estabilizasse a 35ºC e devido a isso, foi calculado o erro da medição do aparelho para correção das medidas realizadas para se obter uma medição mais precisa.

O erro de medição foi calculado a partir da Eq.(17):

$$L = L0 \times 11{,}5\,\frac{\mu m}{^{\circ}C} \times \Delta T \qquad (17)$$

Onde:

L = Fator de correção;

L0 = Medida inicial;

$$11{,}5\,\frac{\mu m}{^{\circ}C} = Coeficiênte\ de\ dilatação\ aço$$

Δt = Variação de temperatura

Os valores para correção do erro de medição proveniente da variação de temperatura esta na Tabela (11) abaixo:

Tabela 11 - Tabela para correção do erro de medição por dilatação térmica do aparelho.

Coef. Dilat.(mm) 0,0000115	ΔT(ºC)	15
Medida inicial (mm)	Ø 36,965	Ø 29,980
Fator correção (mm)	0,006376	0,005171

Foi aplicado este fator de correção em todas as medidas realizadas **(ANEXO 4 Tabela de medições à 75ºC)** e gerado os dois novos gráficos de capabilidade demostrados abaixo, Fig. (3) e (4):

Figura 3 – Capabilidade do processo para medida de Ø 36,965 à 75ºC

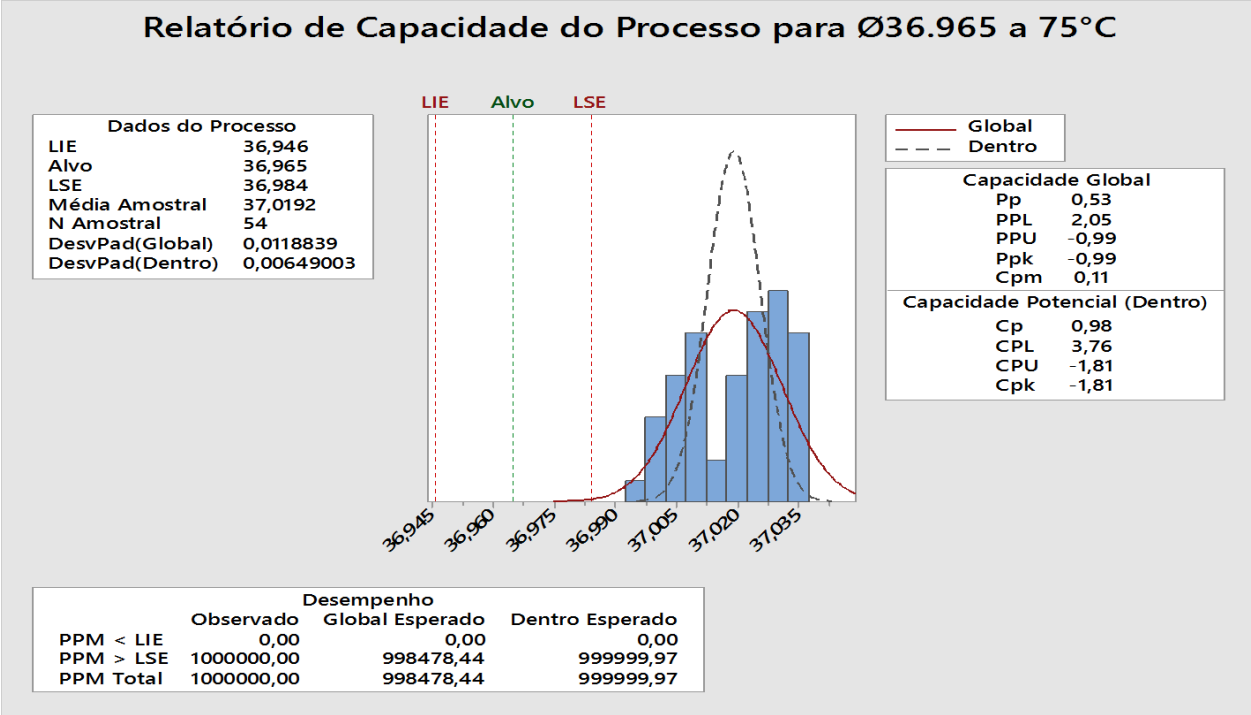
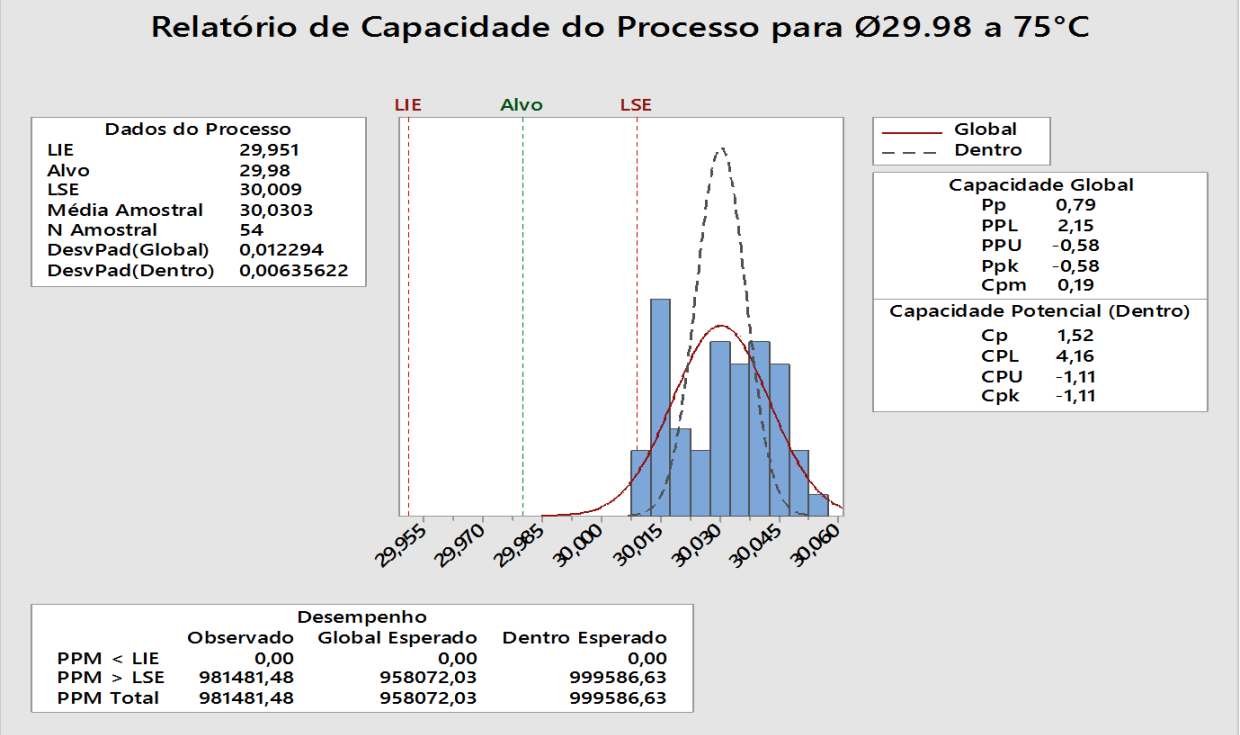


Figura 4 – Capabilidade do processo para medida de Ø 29,980 à 75ºC



Segue abaixo a Tabela (12) do comparativo dos índices de capabilidade do processo de torneamento obtidas através dos gráficos com a respectiva taxa de variação:

Tabela 12 - Tabela comparativa

Índices	Peça à 20ºC		Peça à 75ºC		Taxa de variação (%)	
	Ø 36,965mm	**Ø 29,980mm**	**Ø 36,965mm**	**Ø 29,980mm**	**Ø 36,965mm**	**Ø 29,980mm**
Cp	1,92	1,95	0,98	1,52	-96%	-28%
Cpk	1,67	1,49	-1,81	-1,11	192%	234%
Pp	0,89	0,96	0,53	0,79	-68%	-22%
PpK	0,77	0,73	-0,99	-0,58	178%	226%
Cpm'	0,84	0,79	0,11	0,19	-664%	-316%
PPM < LIA	1251,31	197,35	0	0	0	0
PPM > LSA	10295,95	14186,44	998478,44	958072,03	99%	99%
PPM Tot	11547,33	14383,79	998478,44	958072,03	99%	98%
Média	36,9675	29,9868	37,0192	30,0303	0,14%	0,14%
DesvPad(Global)	0,0071183	0,0101121	0,0118839	0,0122940	40%	18%
DesvPad(Dentro)	0,0032952	0,0049512	0,0064900	0,0063566	49%	22%

3.8. Dedução do coeficiente de dilatação térmica

De acordo com as medições realizadas à 20ºC e a medição à 75ºC com a devida correção do erro do aparelho, foi possível determinar empiricamente coeficiente de dilatação térmica do alumínio (α), tomando como base a média das medidas de cada peça, de acordo com a Eq.(18):

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L0 \times \Delta T} \rightarrow \alpha = \frac{[m]}{[m] \times [℃]} = \frac{1}{℃} \; ou \; ℃^{-1}$$

(18)

Onde:

"α = Coeficiente de dilatação térmica;

ΔL = Variação das medidas;

L0 = medida inicial.

ΔT = Variação da temperatura.

Como a dilatação se mostrou de forma linear, para a realização deste cálculo foi utilizado a medida do raio das peças e a média geral dos coeficientes foram de 0,00025mm para a medida de 36,965 e 0,00027mm para a medida de 29,98, conforme demostra a Tabela (13). De acordo com tabelas específicas, vemos que o coeficiente de dilatação térmica do alumínio é de **0,00024mm**, portanto a dedução realizada se demostra correta.

Tabela 13 – Tabela dos coeficientes de dilatação térmica deduzidos a partir da média das amostras

					ΔT (ºC)	55
	Média das medidas à 20°C (mm)		Média das medidas à 75°C (mm)		Coef. Dilatação (α)	
Peça	Ø 36,965	Ø 29,98	Ø 36,965	Ø 29,98	Ø 36,965	Ø 29,98
1	36,961	29,968	37,0053	30,0165	0,000022	0,000029
2	36,973	29,980	37,0300	30,0488	0,000028	0,000042
3	36,968	29,983	37,0306	30,0348	0,000031	0,000031
4	36,976	30,003	37,0313	30,0402	0,000027	0,000023
5	36,961	29,980	37,0040	30,0158	0,000021	0,000022
6	36,960	29,981	37,0050	30,0165	0,000022	0,000022
7	36,956	29,980	37,0233	30,0185	0,000033	0,000024
8	36,961	29,972	37,0100	30,0172	0,000024	0,000027
9	36,978	29,995	37,0313	30,0482	0,000026	0,000032
10	36,967	29,995	37,0323	30,0372	0,000032	0,000025
11	36,966	29,991	37,0116	30,0325	0,000023	0,000025
12	36,975	29,984	37,0203	30,0278	0,000022	0,000027
13	36,975	29,998	37,0330	30,0418	0,000028	0,000026
14	36,961	29,982	37,0106	30,0292	0,000024	0,000029
15	36,978	29,999	37,0253	30,0475	0,000023	0,000030
16	36,960	29,979	36,9980	30,0165	0,000019	0,000023
17	36,968	29,998	37,0250	30,0412	0,000028	0,000026
18	36,972	29,995	37,0193	30,0362	0,000023	0,000025
				Média	0,000025	0,000027

3.9. Variação dos índices de capabilidade em função da temperatura

Através do coeficiente de dilatação deduzido, vamos fazer simulações da dilatação térmica nas medições de cada amostra e plotar estes valores no gráfico para verificar o comportamento da curva de distribuição e determinar assim, matematicamente o quanto a variação de temperatura afeta os índices de capabilidade.

Para a realização deste experimento, será tomado como base apenas os índices de capacidade potencial do equipamento, ou seja, Cp e Cpk pois como já vimos o processo de torneamento apresenta uma considerável dispersão entres as amostras o que causaria um acumulo de variáveis das quais ficaria impossível quantificar.

Os valores encontrados foram colocados na Tabela (14) e a partir destes índices, gerados os gráficos Fig. (5) e (6) e extraído a fórmula matemática da variação de Cp e Cpk em função da temperatura.

Tabela 14 – Índices de capabilidade potencial do processo de torneamento em função da temperatura

	Ø36,965 mm		Ø29,98 mm	
ΔT (ºC)	Cp	Cpk	Cp	Cpk
0	1,926521	1,6714	1,95427	1,4938
1	1,926470	1,5727	1,95422	1,4407
2	1,926420	1,4743	1,95417	1,3876
3	1,926369	1,3760	1,95411	1,3346
4	1,926319	1,2776	1,95406	1,2815
5	1,926268	1,1792	1,95401	1,2285
6	1,926218	1,0808	1,95396	1,1754
7	1,926167	0,9824	1,95391	1,1224
8	1,926116	0,8841	1,95386	1,0693
9	1,926066	0,7857	1,95381	1,0163
10	1,926015	0,6873	1,95376	0,9632

Figura 5 – Gráfico da variação Cp das medidas de Ø36,956 e Ø29,980mm em função da temperatura

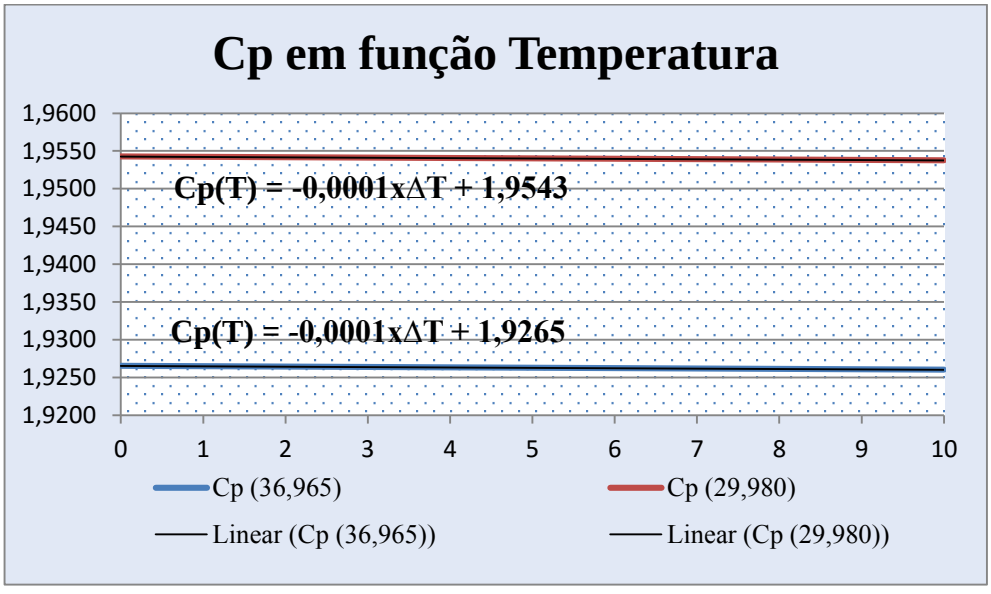
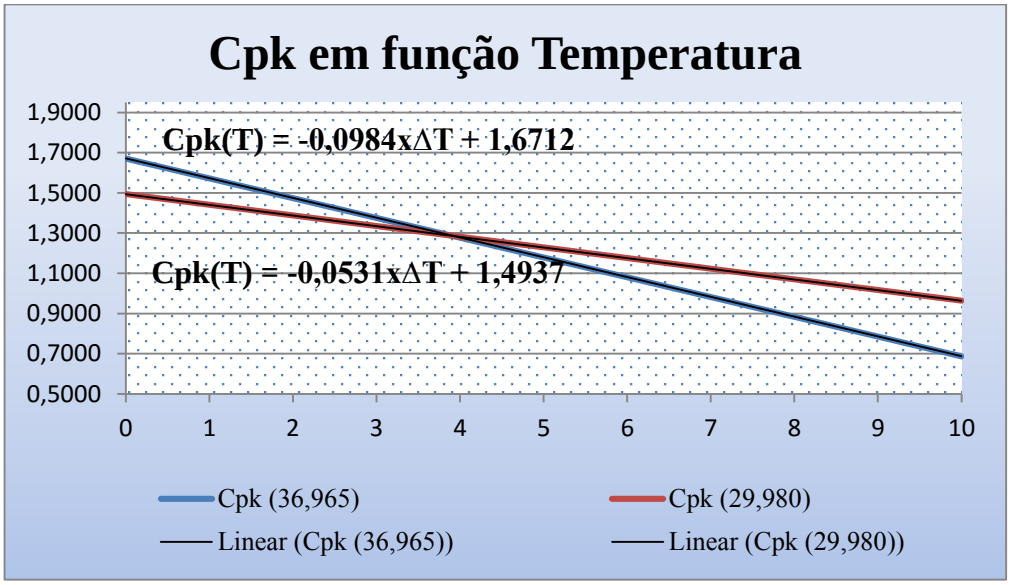


Figura 6 – Gráfico da variação Cpk das de Ø36,95 e Ø36,29,980mm em função da temperatura



De acordo com os gráficos acima, segue abaixo as seguintes análises:

- A taxa de variação resultante no índice Cp é praticamente nula, o que demonstra que a dispersão inicial das amostras se manteve constante com a variação de temperatura, ou seja, o desvio padrão dos subgrupos não variou com o acréscimo de temperatura.

- A média das amostras variou inversamente proporcional ao aumento de temperatura, isso é constatado pela diminuição do índice de capacidade potencial do processo de torneamento (Cpk). A partir de 7ºC para a medida de Ø36,965mm e 10ºC para a medida de Ø29,980mm, a diminuição deste índice saio fora do limite mínimo aceitável, Cpk ≥ 1.

- A taxa de variação resultante do índice Cpk, foi 54% maior na medida de Ø36,965mm, comparando os coeficientes angulares das duas equações. A explicação para tal fenômeno, de acordo com conceitos da termodinâmica, a quantidade de material ser 50% maior nesta medida conforme demonstra a Tabela (15).

Tabela 15 – Comparação do % de espessura com a taxa de variação do índice Cpk.

	Ø 36,965(mm)	Ø 29,98(mm)	% Variação
Coef. Angular Cpk	0,0984	0,0531	54%
Espessura parede (mm)	6,98	3,49	50%

- A média das taxas de variação do índice de capabilidade potencial do processo de torneamento (Cpk) em função da temperatura se dá de acordo com a Eq.(19).

$$Cpk_{(Final)} = Cpk_{(Inicial)} - (0{,}075 \times \Delta T) \quad (19)$$

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com todo o experimento acima descrito, vimos que o índice de capabilidade potencial em um processo de torneamento (Cpk) de peças em alumino, variam consideravelmente a partir de uma pequena variação de temperatura.

Somente as diferenças de temperatura ambientes já seriam um fator relevante a se considerar para que um lote produzido nas mesmas características deste experimento, apresentassem alguma falha devido à variação dimensional no momento de sua aplicação.

Para que isso não ocorra, é necessário fazer uma correção do índice Cpk de acordo com Eq.(20) abaixo, que é o inverso da Eq.(19), fazendo assim com que as dimensões do produto estejam dentro dos limites de aceitação na temperatura real de trabalho.

$$Cpk_{(Final)} = (0{,}075 \times \Delta T) - Cpk_{(Inicial)} \quad (20)$$

REFERÊNCIAS

ALBERTO, Carlos. **Carlos ensinando o cálculo de sigma na Coca Cola Lisboa-Portugal.** 2013. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=aK9RlfelXwk>. Acesso em: 05 maio. 2017.

ANDRIETA, João M.; MIGUEL, Paulo A. C. **A importância do método seis sigma na gestão da qualidade analisada sob uma abordagem teórica**, dez. 2002. Disponível em: <http://www.tecspace.com.br/paginas/aula/gq/6SigmanaGQ.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2017. n. 20, v. 11, p. 91-98.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM-ISO 3611:** micrômetro para medições externas. Rio de Janeiro, 1997.

COM.ÊXITO. **Entendendo o 6 sigma**. 2013. Disponível em: <http://comexito.com.br/6%20sigma/6SIGMA_1.pdf>. Acesso em: 10 maio. 2017.

DORNELES, M. **Incerteza de medição.** [2010]. Disponível em: < http://mundoqualidade.blogspot.com.br/2010/08/incerteza-de-medicao.html>. Acesso em: 10 maio. 2017.

DILERMANDO, Piva Jr. **O que é 6 sigma.** 2010. Disponível em: < http://www.edigital.com.br/category-table/88-o-que-e-seis-sigma>. Acessado em: 20 maio. 2017.

ESTATCAMP, DIGUP. **Início / Incerteza de Medição / Fundamentos do Cálculo de Incerteza em Medição / 1.7 - Incerteza Expandida.** [S.l.: s.n.], 2017. Disponível em:< http://www.portalaction.com.br/incerteza-de-medicao/17-incerteza-expandida>. Acesso em: 15 maio. 2017.

GONÇALVEZ, Patricia U.; e WERNER, Liane. **Comparação dos índices de capacidade do processo para distribuições não-normais**. São Carlos: 2009.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v16n1/v16n1a12.pdf>. Acessado em: 20 maio. 2017. n. 1 v. 16 p. 121-132.

JCGM. **Avaliação de dados de medição**: guia para a expressão de incerteza de medição. 2008. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/noticias/conteudo/iso_gum_versao_site.pdf>. Acesso em: 01 maio. 2017.

JORNADA, Daniel Homrich da. **RM 68- Incerteza de medição:** Guia prático do avaliador de laboratórios: procedimento do sistema de gestão da qualidade. 2013. Disponível em: <http://www.redemetrologica.com.br/uploads/pages/15/1405816078_DOC_128.pdf>. Acesso em: 07 maio. 2017. Revisão 05.

SANTOS, Diogo Rengel dos. **Caracterização das fontes e expressão da incerteza de medição em processos de medições lineares do laboratório UTFPR-LAMEC.** 107p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: < http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/907/1/CT_COMET_2011_1_03.pdf >. Acesso em: 03 maio. 2017.

SILVA, Aline Efísio da. **Aplicação da metodologia seis sigma para redução da variabilidade do tempo de ciclo do transporte ferroviário de minério de ferro.** 41p. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2008. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008_3_Aline.pdf>. Acesso em: 15 maio. 2017.

SOUZA, André R.; MEDEIROS, Alessandro T. Metrologia para a competitividade em áreas estratégicas, **Avaliação da eficiência da climatização de peças em processos de medição por coordenadas em ambiente industrial.** Bahia: nov. 2008. Disponível em: <http://www.forma3d.com.br/downloads/Artigo%20Climatizacao.pdf>. Acesso em: 10 maio. 2017.

WERKEMA, Cristina. **Métricas do seis sigma.** Disponível em: < http://agente.epse.com.br/banasqualidade/qualidade47471111474747.PDF>. Acesso em: 16 maio. 2017.

WIKIPÉDIA**. Distribuição t de student**. 2017. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Distribui%C3%A7%C3%A3o_t_de_Student>. Acesso em: 16 maio. 2017.

CERVEJA ARTESANAL: PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL

Amanda Rodrigues Pinto[1]
Mariana Lanzoni Segala[2]
Bárbara Mesquita Dias[3]

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi produzir uma cerveja artesanal, tipo Pale Ale, e avaliar os parâmetros físico-químicos e sensoriais do produto. A cerveja foi produzida na Faculdade de Tecnologia SENAI Horácio Augusto da Silveira, através de fermentador industrial, com controle de temperatura, utilizando água potável, malte, lúpulo, levedura e açúcar. Foram avaliados o pH e o teor de sólidos solúveis totais. O teste afetivo de aceitação, utilizando uma escala hedônica ancorada em nove pontos, foi conduzido com 75 provadores não-treinados no Laboratório de Análise Sensorial. A cerveja elaborada neste estudo teve grande aceitação nos atributos coloração, aroma, sabor e impressão global. Sugerem-se novas pesquisas relacionadas à produção de cerveja artesanal, pois o assunto é de grande relevância na literatura, de acordo com o consumo de cervejas no Brasil.

Palavras-chave: Cerveja. Fermentação. Análises físico-químicas. Análise sensorial.

1. INTRODUÇÃO

A cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no mundo, estando presente na alimentação humana desde 8000 a.C. Têm grande aceitação popular devido aos seus atributos sensoriais, junto com seus benefícios a saúde, valor nutritivo e diversidade de apresentação (BAMFORTH, 2009).

O mercado brasileiro de cervejas tem ganhado destaque na última década, se fixando entre os quatro maiores do mundo, juntamente com China, Estados Unidos e

[1] Estudante do curso de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Tecnologia SENAI Horácio Augusto da Silveira. E-mail: a_mandarodrigues@outlook.com
[2] Graduada em Tecnologia de Alimentos pela Faculdade de Tecnologia SENAI Horácio Augusto da Silveira. E-mail: segala.mari@gmail.com
[3] Mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e graduada em Engenharia de Alimentos pelo Centro Universitário de Belo Horizonte– Professora da Faculdade SENAI de Tecnologia Horácio Augusto da Silveira. E-mail: barbara.dias@sp.senai.br

Alemanha. O Brasil ocupa hoje a terceira posição mundial em produção de cerveja, com produção de 14,1 bilhões de litros, atrás apenas da China (48,9 bilhões de litros) e Estados Unidos (22,5 bilhões de litros), superando a Rússia (9,8 bilhões de litros) e a Alemanha (9,5 bilhões de litros) (SOBRAL, 2016).

Segundo o Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja, as vendas do setor cresceram 54% entre as cervejas comuns e 79% entre cervejas artesanais entre 2008 e 2011 (BEZERRA, 2013).

Atualmente estão registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA) 610 cervejarias, que fabricam 7.540 produtos, divididos entre cervejas e chopes. Este número cresceu cerca de seis vezes desde 2007, impulsionado principalmente pela abertura de empresas de pequeno porte, micro cervejarias e *brewpubs* (bares que produzem sua própria cerveja). O setor gera cerca de 2,2 milhões de empregos e sua receita corresponde a 1,6% do PIB nacional, contribuindo com R$ 23 bilhões com impostos ao ano (BRASIL, 2017).

Para atender à crescente demanda, os cervejeiros artesanais produzem vários tipos de cerveja, principalmente de dois grandes estilos, as Pale e as Ale, sendo elas de baixa e alta fermentação, respectivamente. As Ales são produzidas a partir da cevada maltada e uma grande quantidade de lúpulo, que propicia amargor e aromas únicos (JUNIOR, 2018).

O objetivo desta pesquisa foi produzir uma cerveja artesanal na Faculdade de Tecnologia SENAI Horácio Augusto da Silveira, tipo Pale Ale, e analisar suas características físico-químicas e sensoriais.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Fundamentação teórica

2.1.1 Origem da cerveja

Não se sabe ao certo a origem da cerveja, mas conforme Kunze (1997) e Aquarone et al. (1983), a prática de cervejaria se originou na região da Mesopotâmia, onde a cerveja feita de cevada maltada já era consumida em 6000 a.C. Na Idade Média, as mulheres assumiram a responsabilidade pela produção caseira da cerveja, que era servida para toda família, inclusive no desjejum. Era uma opção barata e acessível, diferente do vinho, que era caro e de difícil acesso para os menos afortunados. Nesta época, os mosteiros do século VI tiveram uma importância fundamental no desenvolvimento de técnicas e receitas que melhoraram muito a qualidade da cerveja (MORADO, 2011).

2.1.2 Cerveja no Brasil

A cerveja chegou ao Brasil em 1808, trazida pela família real portuguesa de mudança para o então Brasil colônia. Em 1836 tem-se a primeira notícia sobre a fabricação de cerveja no Brasil, publicada no Jornal do Commercio, Rio de Janeiro. Nessa época, havia poucas cervejarias, todas artesanais, com produção em pequena escala. A partir de 1860, novas cervejarias surgiram e a produção da bebida aumentou até a Primeira Guerra Mundial, em que não era possível obter malte e lúpulo, oriundos da Alemanha e Áustria. Com a dificuldade de se encontrar matéria prima no Brasil, como alternativa os cervejeiros usavam milho, arroz, trigo – o que diminuía a qualidade do produto (SANTOS, 2003).

No final do século XIX, no Brasil começou a produzir cerveja artesanal, porém tinha uma enorme dificuldade na hora da refrigeração, pois é um país tropical e não tinha muito dinheiro para comprar as máquinas que eram importadas da Alemanha e da Áustria. Em seguida surgiram pequenas cervejarias no Brasil: Cervejaria Brasileira (RJ, 1836), Henrique Schoenboug (SP, 1846), Georg Heinrich Ritter (Nova Petrópolis/RS, 1840) entre outras. Em 1888 surgiu duas grandes cervejarias: Cia. Cervejaria Brahma e Cia. Antarctica Paulista (MORADO, 2011).

2.1.3 Dados do mercado

Segue na Tabela 1 os maiores produtores de cerveja no mundo e na Tabela 2 os maiores consumidores.

Tabela 1. Produtores de cerveja no mundo

Produtores	**Litros por ano (2016)**
China	48,9 bilhões
Estados Unidos	22,5 bilhões
Brasil	14,1 bilhões
Rússia	9,8 bilhões
Alemanha	9,5 bilhões

Fonte: SOBRAL (2016)

Tabela 2. Consumidores de cerveja no mundo

Ranking	Consumidores	Litros per capita (2014)
1º	Republica tcheca	147,1
2º	Namíbia	108,9
3º	Áustria	105,9
4º	Alemanha	101,7
5º	Belize	99,4
27º	Brasil	66,9

Fonte: CERVBRASIL (2015)

2.1.4 Processo e fabricação

Segundo a legislação brasileira, Decreto nº 6871, de 04 de junho de 2009, art.36: "Cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo" (BRASIL, 2009).

De modo geral, a cerveja pode ser dividida em dois grandes grupos: as do tipo Ale, dentre as quais se destacam a Porter e a Stout, e as do tipo Lager, como a Pilsen, a Munique e a Bock. As cervejas do tipo Ale são fabricadas por meio de fermentação superficial ou "alta" e também variam na quantidade de álcool e são mais encorpadas que as demais. São, em geral, de cor clara, com sabor pronunciado de lúpulo, ligeiramente ácidas, e seu teor alcoólico varia de 4% a 8%. O processo de fermentação ocorre entre as temperaturas de 20°C e 25°C, com duração de 2 a 5 dias e a maturação entre 4,5°C e 8°C. As cervejas do tipo Lager são as mais comuns e mais consumidas. A Pilsener ou Pilsen é uma das cervejas mais conhecidas em todo mundo. Originou-se na cidade de Pilsen em 1842, antiga Tchecoslováquia. É caracterizada por ter sabor suave, cor clara e teor alcoólico entre 4% a 5%. As cervejas deste grupo são fabricadas por fermentação profunda ou "baixa", através de processo lento, geralmente em torno de 5 dias (SIQUEIRA et al., 2008).

O estilo Pale Ale é bem abrangente, sua coloração vai ouro intenso ao cobre-escuro. Em geral são leves, de médio amargor equilibrados pelo aroma do malte e tons caramelizados. Combinam com peixes, frutos do mar, queijos fortes e sorvetes (HAMPSON, 2012).

2.2 Metodologia

2.2.1 Processo produtivo da cerveja artesanal

A cerveja artesanal foi produzida na planta piloto de tecnologia da Faculdade de Tecnologia SENAI Horácio Augusto da Silveira, utilizando o fermentador industrial, moinho de rosca e câmara de refrigeração, conforme Figura 1. Os ingredientes utilizados foram água filtrada, malte Pale Ale, malte Pilsen, açúcar refinado, levedura *Saccharomyces cerevisiae*, e lúpulo Cascade.

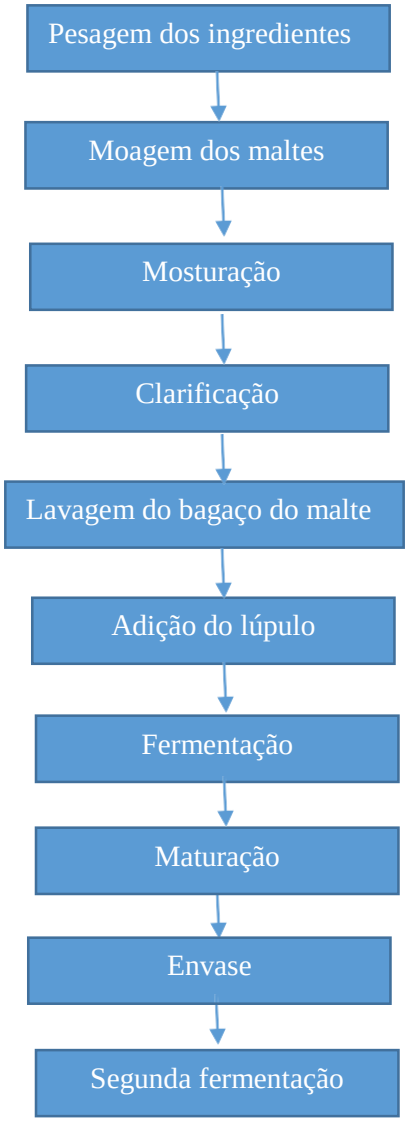


Figura 1 - Fluxograma do processo de produção da cerveja artesanal

O processo iniciou pesando-se os maltes, lúpulo e açúcar refinado em balança semi-analítica. Os maltes seguiram para moagem em moinho de rosca. A água foi aquecida até 72ºC em panela de fundo falso para que ocorresse a primeira etapa do processo que foi a mosturação. Nesta etapa, o malte foi adicionado quando a água atingiu 72ºC e procedeu-se à mexedura para evitar formação de aglomerados de malte. A mistura ficou em repouso por 1 hora.

A segunda etapa foi a clarificação do mosto utilizando-se um balde fermentador, uma jarra de plástico e uma escumadeira. Após o repouso do mosto, ocorreu a recirculação do próprio líquido, através de movimentos circulares com a escumadeira até que o mosto se tornasse claro. Logo após, o mosto foi transferido para o balde fermentador.

Seguiu-se então para a terceira etapa que foi a lavagem do bagaço do malte, utilizando-se a jarra e a escumadeira. Água à 75ºC foi adicionada lentamente com movimentos circulares.

A quarta etapa consistiu-se da fervura e adição do lúpulo. O líquido foi transferido para a panela e iniciou o aquecimento até fervura, seguido da adição do lúpulo em três momentos diferentes: no começo da fervura, após 30 minutos e após 60 minutos. Ao final do processo, a mistura foi resfriada e circulada.

Na quinta etapa, a mistura foi transferida para o fermentador industrial e a levedura a 1% m/m foi adicionada à 25ºC. A fermentação ocorreu durante 7 dias à 20ºC, pois a fermentação das cervejas tipo Ale ocorrem entre 17ºC a 24ºC. Amostras foram coletadas durante o processo fermentativo para medição dos sólidos solúveis totais.

Na sexta etapa foi efetuada a maturação, transferindo-se o fermentado para o balde fermentador e armazenando em câmara de refrigeração à 4ºC durante 7 dias.

Na última etapa (sétima etapa) dissolveu-se o açúcar no fermentado e seguiu-se para o envase do mesmo em garrafas de 600mL, previamente higienizadas, de cor âmbar. As garrafas foram armazenadas no Laboratório de Desenvolvimento de Produtos, à temperatura ambiente, em local fresco e arejado, por 7 dias, para que ocorresse a segunda fermentação, com o intuito de carbonatar a cerveja.

O processo finalizou após a segunda fermentação, sendo armazenadas em câmara de refrigeração a 4ºC. As cervejas seguiram para a as análises físico-químicas e sensorial.

2.2.2 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas da cerveja foram realizadas em triplicata no Laboratório de Bromatologia.

O pH da cerveja foi medido por meio da utilização do pHmetro, marca Mettler Toledo, conforme método 017/IV do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Os sólidos solúveis totais foram medidos com o uso do refratômetro de bancada, marca Kyoto-Kem, conforme método 315/IV do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

2.2.3 Análise sensorial

A análise sensorial do produto foi executada em cabines individuais apropriadas, sob luz branca, longe de ruídos e de odores, através de um teste afetivo de aceitação, utilizando a escala hedônica de nove pontos, sendo 1 equivalente a "desgostei muitíssimo" e 9 equivalente a "gostei muitíssimo", de acordo com Stone e Sidel (1985). O teste foi realizado com 75 provadores não-treinados no Laboratório de Análise Sensorial.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Processo produtivo da cerveja artesanal

Moagem

O processo iniciou-se com a moagem dos maltes que teve por objetivo expor o endosperma contido no interior dos grãos, o qual é rico em amido, para que durante a mosturação as enzimas quebrassem esse amido em açúcares menores que posteriormente foram consumidos pela levedura no processo de fermentação.

Mosturação

Ao misturar os maltes moídos com água quente, o resultado é chamado mosto, uma mistura de casca de cevada e liquido doce. Na preparação do mosto, o malte em água se torna propenso à ação das enzimas hidrolíticas na amilose, amilopectina e celulose dos grãos, formando assim os glicídios simples e solúveis em água. Nesta etapa, a temperatura é o parâmetro mais importante para ser o controle da degradação enzimática, viso que vai determinar a velocidade de conversão de amido e inativar as enzimas. A temperatura do mosto foi mantida em torno de 66 a 68°C e o teste de iodo foi usado para confirmar se a conversão teve êxito (sacarificação do amido), obtendo-se resultados satisfatórios.

Adição do lúpulo

O mosto foi transferido para a panela e começou o processo de fervura. Nesta fase, foi adicionado o lúpulo, mas outros ingredientes podem ser adicionados para aromatizar a cerveja também. A fervura teve funções importantes: primeiro, esterilizou o mosto para que mais tarde, ao ser adicionada a levedura, esta seja o único micro-organismo no mosto. Em segundo lugar, ela ajuda a extrair o amargor do lúpulo, responsável pelo aroma da cerveja. Por último, ela coagula as proteínas do malte, para que elas possam ser desnaturadas e precipitadas juntamente com o lúpulo.

Fermentação

O principal objetivo da fermentação é obter cervejas com as características sensoriais, químicas e físico-químicas desejadas e, durante esta etapa, é muito importante o controle preciso da temperatura. Assim, na fermentação, ocorrem algumas reações físico-químicas, como a transformação dos açúcares em álcool e CO_2. Quimicamente, isso significa degradar os polissacarídeos amilose e amilopectina em glicídios menores, maltose e glicose, e a então fermentação alcoólica por enzimas glicolíticas das leveduras. Este processo também libera o diacetil, um subproduto do metabolismo de levedura, que pode influenciar o sabor da cerveja (CARVALHO, 2007). A fermentação ocorreu a 20ºC por 7 dias, em fermentador industrial com controle de temperatura. As análises físico-químicas de sólidos solúveis totais foram realizadas no início da fermentação e no final de fermentação, e os resultados estão expressos na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados da análise de sólidos solúveis totais

Etapa do processo	º BRIX
Início da fermentação	15,0
Final da fermentação	5,4

Fonte: elaborada pelos autores

Observa-se que o teor de sólidos solúveis totais (ºBRIX) diminuiu durante o processo de fermentação indicando a conversão dos carboidratos dissolvidos em álcool e CO_2.

Maturação

A maturação teve o intuito de clarificar, proporcionar melhor aroma e sabor, e evitar a oxidação da bebida.

Envase e Segunda Fermentação

A cerveja foi envasada manualmente em garrafas com capacidade de 600 mL (Figura 2), que foram mantidas em temperatura ambiente para que ocorresse uma segunda fermentação, carbonatando assim a cerveja, através da fermentação do açúcar adicionado e o açúcar residual presente na cerveja, por ação de leveduras remanescentes. De acordo com Moretti (1998) e Anjos (1999) a embalagem de vidro âmbar é considerada a mais adequada, pois colaboram para controlar os processos de oxidação que com frequência se sucedem durante a maturação da cerveja e que levam ao escurecimento da cor no produto. Todas as amostras de cervejas do presente estudo permaneceram em vidro âmbar.

Estudos feitos por Kamimura & Kaneda (1992) e Huige (1993) demonstraram que a cerveja sofreu mudanças no sabor depois do engarrafamento e isso depende fortemente da temperatura de armazenamento. No presente estudo tomou-se o cuidado para que as cervejas não ultrapassassem a temperatura de 5ºC.



Figura 2 – Envase das cervejas

2.3.2 Análises da cerveja artesanal

Análises físico-químicas

O valor de pH da cerveja finalizada foi de 3,954 ± 0,028. O pH da cerveja deve estar em torno de 4,0, de acordo com o descrito pelo Sindicato Nacional da Indústria Cervejeira (SINDICERV, 2014). O pH da cerveja envasada depende de alguns fatores, como pH do mosto, do poder tampão e da formação de ácidos durante a fermentação (REINOLD, 1997).

Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada com 75 provadores, 54 do sexo feminino e 21 do sexo masculino. Trinta e seis provadores tinham a idade entre 18 a 24 anos, treze provadores tinham de 25 a 34 anos, quinze tinham de 35 a 44 anos, oito tinham de 45 a 54 anos e seis tinham 55 anos ou mais.

Sessenta e três provadores se declaram consumidores de cerveja e doze não-consumidores. Já em relação à cerveja artesanal, 28 são consumidores e 47 não consomem este tipo de cerveja.

Ao analisar as notas dos 75 provadores, observa-se que as médias dos atributos sensoriais ficaram em torno de 7,5 – 7,2, sendo a cor, o atributo com a melhor avaliação e o sabor, com a menor nota (Figura 3). Os resultados foram satisfatórios, visto que o valor 7 corresponde a “gostei moderadamente” e o valor 8 corresponde a “gostei muito”, de acordo com a escala hedônica estruturada.

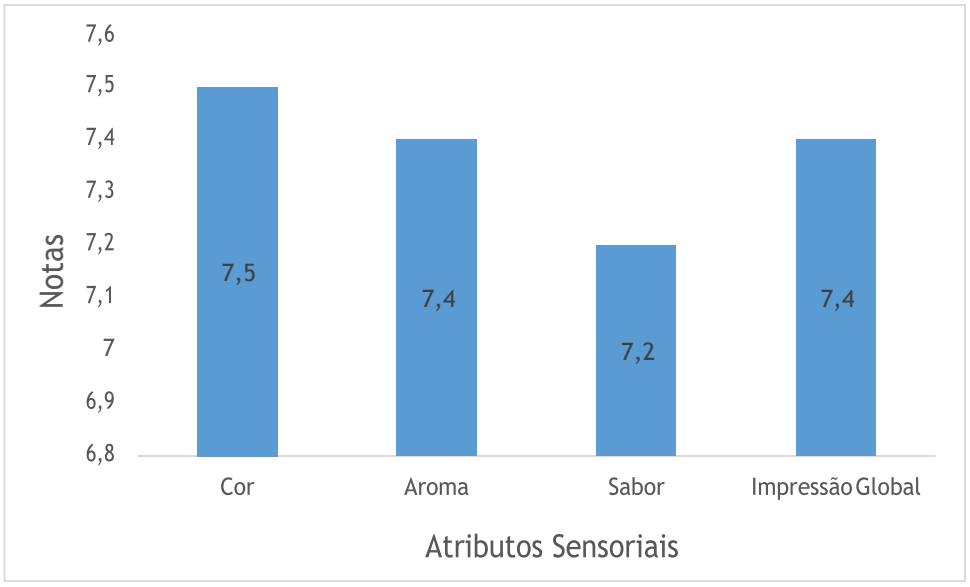


Figura 3 – Médias das notas da Análise Sensorial

Foram analisadas também as médias das notas dadas pelos consumidores de cerveja, sendo no total 63 provadores. Pode-se perceber que as notas foram bem parecidas com os provadores totais, diferindo apenas no sabor, com média 7,3, nota maior do que dos provadores totais (Figura 4).

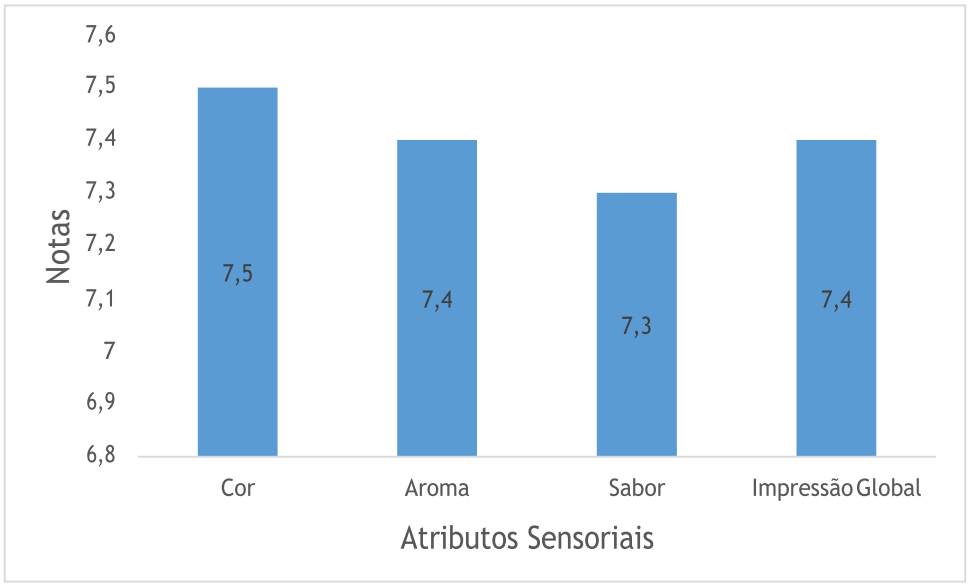


Figura 4 –Médias das notas da Análise Sensorial dos consumidores de cerveja

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desta pesquisa foi possível observar que a cerveja artesanal vem crescendo no Brasil, principalmente por pequenos produtores, utilizando diferentes processos e matérias primas.

O desenvolvimento do processo de fabricação de cerveja artesanal tipo Pale Ale, na Faculdade Senai de Tecnologia de Alimentos, foi satisfatório. Os parâmetros de processo foram controlados e as características físico-químicas e sensoriais foram analisadas.

O produto final apresentou excelentes notas na Analise Sensorial de aceitação, sugerindo-se assim, mais estudos e pesquisas nesta área, visto que o mercado de cervejas artesanais está em demanda no Brasil.

REFERÊNCIAS

ANJOS, C. A. R. O que o futuro reserva para o setor de embalagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA CERVEJEIRA, 1999, 7, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Imprensa Universitária da UNIOESTE, 1999. p. 23-31.

AQUARONE, E.; ALMEIDA LIMA, U.; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983. 227 p.

BAMFORTH, C. W. **Beer** – A quality perspective. USA: Elsevier, 2009.

BEZERRA, C. Cervejas artesanais estão cada vez mais presentes no Brasil. 2013. **Revista Exame**, Economia. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/economia/cervejas-artesanais-estao-cada-vez-mais-presentes-no-mercado-brasileiro/>. Acesso em: 05 mai. 2018.

BRASIL. Decreto nº 6871, de 04 de junho de 2009. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 jun. 2009. Seção 1.

BRASIL. Brasil é o terceiro no ranking mundial de cerveja. 2017. **Governo do Brasil**, Bebida. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/08/brasil-e-o-terceiro-no-ranking-de-producao-mundial-de-cerveja>. Acesso em: 12 abr. 2018.

CARVALHO, L.G. 2007. **Dossiê Técnico**: Produção de Cerveja. Rio de Janeiro, REDETEC Rede Tecnológica do Rio de Janeiro, 54 p.

CERVBRASIL. Associação Brasileira da Indústria da Cerveja. **Anuário 2015**. 2015. 52p.

HAMPSON, T. **O Grande livro da cerveja.** 2012. PubliFolha. 20-21p.

HUIGE, N. J. Progress in beer oxidation control. In: _____. **Beer and wine production**: analysis, characterization and technological advances. Washington, DC: American Chemical Society, 1993. p. 64-97.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ [2008]. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/index.html. Acesso em: 15 dez. 2008.

JUNIOR, G. V. **Produção de cerveja artesanal tipo IPA (India Pale Ale)**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Maranhão. 2018.

KAMIMURA, M.; KANEDA, H. Off-flavors in beer. In:_____. **Off-flavors in foods and beverages**. Amsterdam: Elsevier Science, 1992. p. 53-59.

KUNZE, W. **Technology brewing and malting**. Berlim: VLB, 1997. p. 433-435.

MORADO, R. **Larousse da Cerveja**. Larousse do Brasil. 1 ed, São Paulo, 2011.

MORETTI, R. H. Conservação de cervejas e vinhos. In: WORKSHOP: Garrafas plásticas para alimentos e bebidas: adequação inovações e tendências, 1998, Campinas. **Palestra...** Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 1998.

REINOLD, M. R. **Manual Prático de Cervejaria**. 1.ed. São Paulo: Aden, 1997.

SANTOS, S. P. **Os Primórdios da Cerveja no Brasil**. Ateliê Editorial. 1 ed, Cotia, 2003.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA - **SINDICERV**. 2011. Disponível em: <https://www.cervesia.com.br/>. Acesso em: 8 mar. 2018.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA - **SINDICERV**. 2014. Disponível em: <https://www.cervesia.com.br/>. Acesso em: 20 mai. 2018.

SIQUEIRA, P. B.; BOLINI, H. M. A.; MACEDO, G. A. O processo de fabricação de cerveja e seus efeitos na presença de polifenóis. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 19, n. 4, p. 491-498, out./dez. 2008.

SOBRAL, L. Os países que mais bebem e produzem cerveja. **Revista Exame**, Economia. Disponível em: https://exame.abril.com.br/economia/os-paises-que-mais-bebem-e-produzem-cerveja/. Acesso em: 03 abr. 2018.

STONE, H.; SIDEL, J. Affective testing. In:_____**Sensory evaluation practices**. New York: Academic Press, 1985. cap. 7, p. 227-252.

COMPARAÇÃO DO COMPORTAMENTO TERMOMECÂNICO DE COMPÓSITOS DE PEAD ADITIVADO COM MICA MOSCOVITA E COM ALUMINA TRIIDRATADA

Natalia Silva Pinto[1]

Leandro José dos Santos[2]

Edilene de Cássia Dutra Nunes[3]

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a incorporação de dois aditivos retardante de chama não halogenados, a alumina triidratada e a mica moscovita à matriz de polietileno de alta densidade (PEAD), para o desenvolvimento de novos materiais nos quais as propriedades inerentes da mica e da alumina possam ser combinadas às do PEAD. Por sua vez, o PEAD tem baixo custo como a mica, que é um mineral abundante no Brasil. Os compósitos foram desenvolvidos na concentração de 15% de mica e alumina e 10% de agente de acoplagem. A incorporação foi feita em extrusora de dupla rosca corrotacional e, em seguida, foram injetados os corpos de prova para ensaios de tração, HDT, inflamabilidade e dureza Shore D. Foi observado que a incorporação de mica e alumina ao PEAD altera as propriedades de tração, reduzindo consideravelmente o módulo de elasticidade (26% e 43%, respectivamente). Quanto à HDT, a estabilidade térmica do polímero não apresentou alterações. Os resultados de dureza Shore D mostraram que a adição destas cargas aumentou a dureza superficial em 10,5% para a mica e 9% e para a alumina. Os testes de inflamabilidade mostraram que a formulação com 15% de mica (PE15M) diminuiu a velocidade de queima do material.

Palavras-chave: PEAD. Mica. Alumina. Compósitos.

1. INTRODUÇÃO

[1] Graduada em Tecnologia em Polímeros na Faculdade SENAI de Tecnologia – Auxiliar de Laboratório e Qualidade. E-mail: natalia_250895@hotmail.com.

[2] Mestrando em Ciência e Engenharia de Materiais na Universidade Federal do ABC (UFABC) – Professor no Curso de Tecnologia em Polímeros da Faculdade SENAI de Tecnologia. E-mail: leandro.jose@sp.senai.br.

[3] Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Pós-doutoranda em Engenharia de Materiais na Universidade Federal do ABC (UFABC) – Professora no Curso de Tecnologia em Polímeros da Faculdade SENAI de Tecnologia. E-mail: edilene.nunes@sp.senai.br.

O polietileno de alta densidade (PEAD) é um polímero termoplástico que apresenta excelentes propriedades, como dureza, resistência à tração e temperatura de distorção ao calor, bem como boas propriedades de processamento, resistência química e à água. Por estes motivos, tem sido amplamente aplicado em produtos empregados na vida cotidiana, na indústria e na agricultura (LIANG; YANG, 2007).

Mistura de polímero com cargas inorgânicas é uma maneira conveniente e eficaz para melhorar as propriedades mecânicas dos polímeros sem o aumento dos custos. O portfólio de propriedades relevantes de polímeros preenchidos com partículas rígidas é elevado. As partículas também podem interagir umas com as outras, ou se ligarem ao polímero de forma mais ou menos intensa, alterando as propriedades da própria matriz polimérica por meio dos chamados efeitos de confinamento (KUELPMANN et al., 2005). Vários minerais argilosos têm sido utilizados como partículas para a preparação de microcompósitos, como: montmorilonita, sílica, talco e mica (ALMEIDA; MARQUES; DAHMOUCHE, 2018).

A mica é a denominação que se dá ao grupo de minerais filossilicatos de fórmula geral $M(AlSi_3O_{10})(OH)_2$, onde M pode ser Al, Fe, Mg ou uma combinação desses metais. Nos últimos anos, polímeros carregados com mica têm sido particularmente estudados devido às suas propriedades promissoras. Por exemplo, camadas de mica conferem excelentes propriedades elétricas aos compósitos poliméricos. Este mineral é usado como enchimentos para aumentar a rigidez de alguns polímeros termoplásticos, especialmente polipropileno (PP) (ALMEIDA; MARQUES; DAHMOUCHE, 2018). Além disso, as plaquetas de mica exibem propriedades promissoras de barreira de permeação em compósitos poliméricos (LIANG; YANG, 2007).

A alumina triidratada (ATH) ou triidróxido de alumínio ($Al_2O_3.3H_2O$) é um mineral amplamente empregado em todo mundo como retardante de chama devido à sua versatilidade e baixo custo. É um material atóxico, livre de halogênio, quimicamente inerte e possui baixa abrasividade, sendo encontrado em diferentes tamanhos de partículas e pode ser usado em uma ampla gama de polímeros em temperaturas de processamento abaixo de 220 °C. O mecanismo de atuação como agente retardante de chama ocorre pela desidratação endotérmica, liberando vapor de água que funciona como diluente para os gases combustíveis com formação concomitante de alumina cerâmica termicamente estável (Al_2O_3) que serve como camada isolante contra a transferência de calor e massa (KHALILI et al., 2017).

No entanto, a baixa polaridade do PEAD resulta numa má dispersão de cargas particuladas nos compósitos, sendo necessária a modificação do sistema para se alcançar boa interação e dispersão da carga. Desse modo, a funcionalização por monômeros polares é uma forma efetiva de aumentar a polaridade do PEAD e, então, aumentar sua afinidade com materiais polares. Polímeros graftizados têm sido bastante utilizados para prover adesão interfacial entre componentes de blendas poliméricas e compósitos (OROMIEHIE; EBADI-DEHAGHANI; MIRBAGHERI, 2014).

A compatibilização de compósitos de PEAD é baseada na copolimerização ou graftização. Em ambos os casos, uma parte do compatibilizante deve ser miscível com a fase PEAD e a outra, com o segundo componente (OROMIEHIE; EBADI-DEHAGHANI; MIRBAGHERI, 2014). Todos os compósitos, sejam com cargas fibrosas ou particuladas, requerem boa interação entre o polímero e o reforço. Isso é necessário por razões de propriedades mecânicas, para garantir uma transferência de esforços eficaz e não ocorrer a possibilidade de um ataque degradante nos espaços vazios na interface entre as diferentes fases. Sem que haja uma boa interação, as cargas adicionadas podem agir como concentradores de tensão, causando diminuição das propriedades mecânicas, como de tração. Já que os polímeros não formam fortes ligações químicas com fases inorgânicas, faz-se necessário a utilização de um terceiro componente que faça essa função (RZAYEV, 2011; OROMIEHIE; EBADI-DEHAGHANI; MIRBAGHERI, 2014). Nwabunma e Kyu (2008), explicam que compósitos poliméricos são comumente reforçados com compostos inorgânicos. A interação entre esses materiais é normalmente mecânica. Devido à alta flexibilidade das poliolefinas em aplicações comuns, os esforços de cisalhamento na interface entre o polímero e o agente de reforço podem causar falha nesta interação mecânica.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi a avaliação do comportamento do PEAD após a adição de mica e alumina com relação às propriedades termomecânicas de inflamabilidade.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O PEAD utilizado foi o HD 2000GF, índice de fluidez de 18g/10min, marca Osterlene®; a mica moscovita Moscovite MM 45 foi produzida e fornecida pela empresa Buntech®. A alumina triidratada foi fornecida pela empresa Redelease; o anidrido maleico, como agente compatibilizante, utilizado foi o Bondyram® 4108. O equipamento

empregado para incorporação dos compósitos foi a extrusora dupla rosca, marca Thermo Scientific Haake Rheomex OS PTW16, L/D de 25. Os compósitos foram desenvolvidos na concentração de 15% de mica (PE15M) e 15% de alumina (PE15A) mais a adição de 10% de agente de acoplagem sobre a massa da carga adicionada. Os corpos de prova foram injetados em injetora da marca Semeraro, segundo as normas ASTM D638, ASTM D648 e ASTM D2240 para tração, HDT e dureza Shore D, respectivamente. Para os ensaios de inflamabilidade foram utilizados cinco corpos de prova de cada formulação para o ensaio de queima vertical pela norma UL94 e na norma ASTM D6251/77 em uma câmara de inflamabilidade Comtec®.

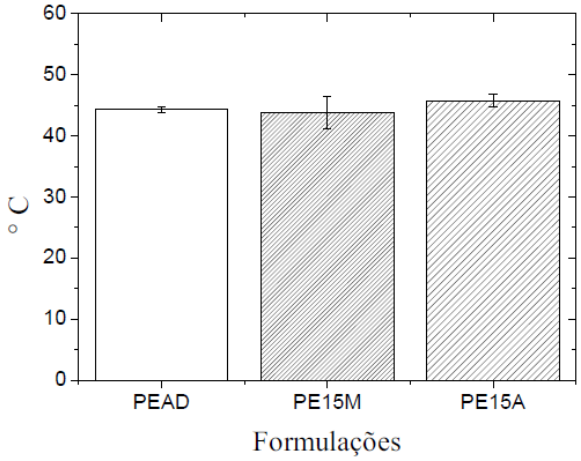
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Temperatura de Distorção Ao Calor (HDT)

Os resultados mostrados no Gráfico 1, apresentam as temperaturas em que os compósitos sofreram distorção térmica.

Os resultados obtidos mostram que adição da mica (PE15M) não causou alterações na temperatura de distorção ao calor do PEAD. Já a formulação com alumina (PE15A), onde ocorreu um ligeiro aumento de 4,5%. Pode-se inferir que a adição destas duas cargas não altera significativamente o comportamento térmico do PEAD por serem materiais inorgânicos e suportarem altas temperaturas, além do fato de que a adição destas partículas não afetou a matriz polimérica.

Gráfico 1 – Temperaturas de Distorção ao Calor (HDT) para o PEAD puro e os compósitos com mica e alumina



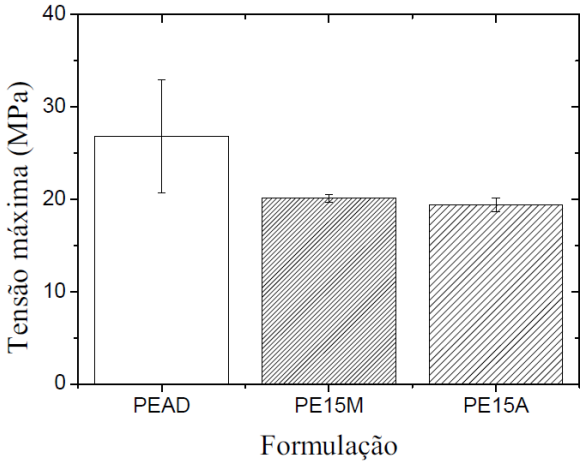
Fonte: elaborada pelos autores

3.2. Resistência à tração

Os resultados de resistência à tração do PEAD puro e dos compósitos contendo mica e alumina são melhores vistos no Gráfico 2.

Pode-se verificar que a adição de cargas minerais diminuiu a resistência à tração dos compósitos, ou seja, houve uma redução de 25% e 27%, respectivamente para a mica e alumina com relação ao PEAD puro. Isto ocorreu provavelmente devido às cargas atuarem como concentradores de tensão diminuindo a tensão necessária para ruptura das amostras, como observado por (RZAYEV, 2011).

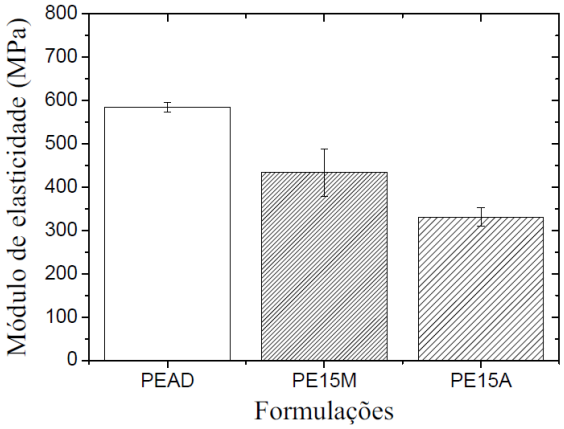
Gráfico 2 – Resultados de resistência à tração na ruptura para o PEAD puro e os compósitos com mica e alumina



Fonte: elaborada pelos autores

Os resultados de módulo de elasticidade do PEAD puro e dos compósitos contendo mica e alumina são apresentados no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Resultados de módulo de elasticidade para o PEAD puro e os compósitos com mica e alumina



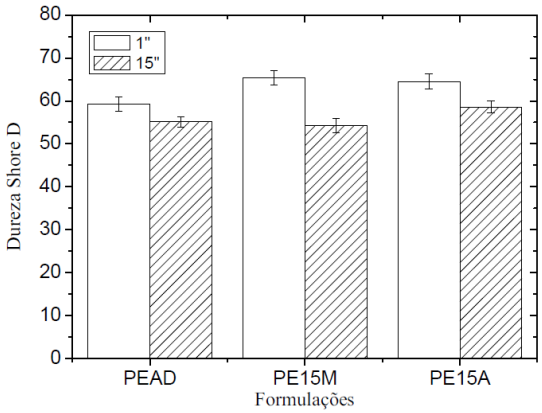
Fonte: elaborada pelos autores

Quanto ao módulo de elasticidade ocorreu a diminuição de 26% e 43% para a mica e alumina, respectivamente, ou seja, a carga mineral atuou como concentrador de tensão. Além disso, pode ter ocorrido uma má adesão entre as fases e não houve a transferência de energia da matriz polimérica para a partícula rígida, como era esperado pela inclusão das cargas.

3.3. Dureza Shore D

Os resultados de dureza superficial para o PEAD puro e os compósitos com mica e alumina, são demonstrados de forma comparativa no Gráfico 4, onde é possível verificar as médias e desvio padrão das formulações.

Gráfico 4 – Resultados de dureza superficial para o PEAD puro e os compósitos com mica e alumina



Fonte: elaborada pelos autores

A análise dos resultados mostra que a adição de mica e alumina (PE15M e PE 15A) aumentaram a dureza da matriz de polietileno de 59,2 para 65,4 (10,5%) e 64,5 (9,0%), respectivamente, isso se deve ao fato da partícula de ambos os minerais serem de dureza superior ao do polímero PEAD.

3.4.Inflamabilidade

As amostras não obtiveram classificação pela UL 94 então foram realizados os testes de velocidade de queima baseados na norma ASTM D6251/77, conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados de velocidade (mm/min) e do tempo (min) de queima para as formulações PEAD, PE15M e PE15A

Formulações	t (min)	V (mm/min)
PEAD	3,4	29,7
PE15M	6,3	15,9
PE15A	6,0	16,6

Fonte: elaborada pelos autores

A análise dos resultados da Tabela 1 mostra que a adição da mica melhorou o comportamento das formulações aumentando o tempo de queima e, consequentemente, diminuindo a velocidade de queima. A adição de mica diminuiu 46,5% na velocidade de queima e para a alumina pura houve uma redução de 44,1%. A alumina atua como um agente antichama, pela decomposição durante o aquecimento que faz com que a água estrutural seja liberada diminuindo a temperatura do sistema, formando uma camada termicamente estável e isolante que protege a matris, enquanto que a mica, uma carga inorgânica apresenta uma temperatura de queima muito maior do que o polímero, sendo uma carga inerte na temperatura de queima dos polímeros. Além disso, quando incorporada pode absorver o calor e decompor-se liberando a água estrutural presente na sua composição.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de incorporação da mica e alumina no PEAD por extrusão de rosca dupla, mostra que a adição desta carga altera ligeiramente as propriedades termomecânicas avaliadas. A adição das cargas minerais diminuiu a propriedade sob tração, provavelmente devido à partícula agir como concentrador de tensão e não como um reforço, reduzindo a resistência à tração e o módulo elástico, porém a carga mineral mica demonstrou-se ligeiramente superior à alumina nesta propriedade. No ensaio de HDT, para esta concentração, não houveram diferenças significativas (diminuição de 1,1% para a mica e aumento de 4,5% para a alumina) demonstrando que os minerais não afetam a propriedade térmica do polímero. Os ensaios de Dureza Shore D comprovaram que os teores de 15% de alumina e 15% de mica causaram diferenças significativas no polímero estudado de 9% e 10% para alumina e mica, respectivamente, demonstrando que para esta propriedade, praticamente, não há diferença entre os minerais. Os testes de

inflamabilidade mostraram que tanto para os ensaios de tempo de queima quanto para velocidade de queima, as formulações com 15% de mica e de alumina melhoraram o comportamento do material em aproximadamente 45% para a velocidade de queima e para tempo de queima de 85% para a mica e de 76% para alumica indicando que a mica demonstra melhor desempenho neste resultado. Assim, relacionando as propriedades estudadas à escolha do mineral, o aditivo mica é o mais indicado para a aditivação do PP.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.A.; MARQUES, M. F. V.; DAHMOUCHE, K. Synthesis, structure, and thermal properties of new polypropylene nanocomposites prepared by using MgCl2-mica/$TiCl_4$ based catalyst. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 135, n. 1, 2018.

KHALILI, P. et al. Synergistic of ammonium polyphosphate and alumina trihydrate as fire retardants for natural fiber reinforced epoxy composite. **Composites Part B: Engineering**, v. 114, p. 101-110, 2017.

KUELPMANN, A. et al. Influence of platelet aspect ratio and orientation on the storage and loss moduli of HDPE-mica composites. **Polymer**, v. 46, n. 2, p. 523-530, 2005.

LIANG, J.-Z.; YANG, Q.-Q. Mechanical, thermal, and flow properties of HDPE–mica composites. **Journal of Thermoplastic Composite Materials**, v. 20, n. 2, p. 225-236, 2007.

NWABUNMA, D.; KYU, T. **Poliolefin Composites**. New Jersey: John Wiley & Sons Inc, 2008.

OROMIEHIE, A.; EBADI-DEHAGHANI, H.; MIRBAGHERI, S. Chemical Modification of Polypropylene by Maleic Anhydride: Melt Grafting, Characterization and Mechanism. **International Journal of Chemical Engineering and Applications**, v. 5, n. 2, 2014.

RZAYEV, Z. M. O. Graft Copolymers of Maleic Anhydride and Its Isostructural Analogues: High Performance Engineering Materials**. Institute of Science & Engineering, Division of nanotechnology & nanomedicine**. Ankara, 2011.

COMPARAÇÃO ENTRE AS PROPRIEDADES TERMOMECÂNICAS DE COMPOSTOS DE POLIPROPILENO (PP) COM CARVÃO ATIVADO (CA) E NEGRO DE FUMO (NF)

Larissa Nayara Cocharro de Brito[1]
Leandro José dos Santos[2]
Edilene de Cássia Dutra Nunes[3]

RESUMO

Para verificar a possibilidade da reciclagem dos resíduos pós-uso do carvão ativado (CA) como pigmento preto em termoplástico, em substituição parcial ou total ao negro de fumo (NF) comumente utilizado para este fim, este estudo teve como objetivo avaliar as propriedades mecânicas dos compostos de polipropileno (PP) após a adição de NF e CA, sendo que as concentrações inseridas no PP foram de 1% de ambos materiais. Os ensaios realizados foram dureza Shore D, resistência à tração e temperatura de distorção ao calor (HDT). Os resultados de dureza Shore D não apresentaram diferenças significativas. Com relação à resistência à tração, o módulo de elasticidade reduziu em aproximadamente 6% para o CA e 20% para o NF, enquanto que a tensão máxima no escoamento apresentou leve aumento para CA e pequena redução para NF. O alongamento reduziu para ambos compostos. No ensaio de HDT, estabilidade térmica do polímero aumentou em 6% e 4% para o CA e para o NF, respectivamente.

Palavras-chave: Polipropileno. Carvão ativado. Negro de Fumo.

1 INTRODUÇÃO

O polipropileno (PP) é uma resina poliolefínica semicristalina que possui boas propriedades mecânicas e térmicas; consequentemente, é amplamente aplicado em muitos campos industriais e da vida cotidiana. Desde sua descoberta, o polipropileno tornou-se o polímero mais utilizado no Brasil e no mundo devido às suas excelentes propriedades elétricas

[1] Pós-Graduanda em Materiais Poliméricos na Faculdade SENAI de Tecnologia Ambiental – E-mail: lari_cocharro@hotmail.com
[2] Mestrando em Ciência e Engenharia de Materiais na Universidade Federal do ABC (UFABC) – Professor no Curso de Tecnologia em Polímeros da Faculdade SENAI de Tecnologia. E-mail: leandro.jose@sp.senai.br.
[3] Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Pós-doutoranda em Engenharia de Materiais na Universidade Federal do ABC (UFABC) – Professora no Curso de Tecnologia em Polímeros da Faculdade SENAI de Tecnologia. E-mail: edilene.nunes@sp.senai.br.

e de resistência à fadiga por flexão, baixa absorção de umidade, fácil processabilidade, respondendo por mais de 19% dos 6, 6 milhões de toneladas de transformados de plástico em 2015 (NUNES; SANTOS, 2015; CALHOUN, 2016).

Quando formuladas com os aditivos adequados, as resinas de polipropileno podem exibir excelente processabilidade (CALHOUN, 2016).

O negro de fumo (NF) apresenta-se em forma de pó fino, com elevada área superficial. É um material coloidal fabricado industrialmente que consiste de partículas de carbono elementares esféricas com diâmetro compreendido entre 15 e 100 nm, que normalmente formam agregados com tamanhos abaixo de um micrômetro. É um nanomaterial usado em uma ampla gama de aplicações, por exemplo, na indústria de pneus, baterias, células de combustíveis, entre outras. Ultimamente, graças às suas propriedades eletricamente condutivas e capacidade de eletrocatalisar muitos processos de oxidação / redução, o NF é muito empregado no campo eletroanalítico (NUNES; BABETO; AGNELLI, 1997; CINTI, 2016).

Convencionalmente, o carvão ativado é produzido de madeira, turfa (carvão fóssil) e carvão de pedra (brasa) que apresenta uma forma microcristalina, não grafítica e sofre um processamento para aumentar a porosidade interna. No processo de preparação do carvão ativado, os dois métodos mais comumente utilizados são as ativações química ou física (PEREIRA *et. al* 2008; RAMOS *et. al* 2009).

Seu poder adsorvente é proveniente da alta área superficial e da presença de uma variedade de grupos funcionais em sua superfície. Muitos resíduos lignocelulósicos, como casca de coco e casca de arroz, têm sido transformados em carvão ativado, minimizando problemas ambientais e tornando-se uma alternativa economicamente viável para o reaproveitamento de diferentes rejeitos industriais (PEREIRA *et. al* 2008; RAMOS *et. al* 2009).

Os CA podem ser utilizados como materiais adsorventes no tratamento de água, no controle da emissão de poluentes, na purificação e armazenamento de gases, catalisadores e suportes catalíticos. Em aquários de peixes atua como adsorvente de toda matéria orgânica dissolvida e de muito compostos químicos, como por exemplo, amônia, nitrito, nitrato, ácidos húmicos, entre outros, sendo considerado uma peneira molecular, ou seja, possuem minúsculos poros capazes de retirar de uma corrente líquida alguns compostos (íons ou moléculas) que são contaminantes. Como seu funcionamento remete a um processo de peneiramento, o CA é chamado de peneira molecular natural (KUNZ *et al.* 2002).

No entanto, o uso de carvão ativado ainda é limitado devido ao seu alto custo, principalmente devido às elevadas temperaturas empregadas na sua obtenção que, em geral, são superiores a 700 °C. Apesar do alto custo, após seu uso como adsorvente, o CA é comumente descartado em aterros sanitários, sem qualquer outra utilização (PEREIRA *et al.* 2008).

Para verificar a possibilidade da reciclagem dos resíduos pós-uso do CA como pigmento preto em termoplástico, em substituição ao NF comumente utilizado para este fim, este estudo teve como objetivo avaliar qual a influência da adição de carvão ativado nas propriedades do PP, comparadas às propriedades do PP com igual teor de NF.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi utilizado o Polipropileno H-604, com índice de fluidez de 1,5 g/10 min e de densidade de 0,905 g/cm^3 fornecido em forma de grânulos pela empresa Braskem. Foram obtidos 1000 g de carvão ativado oriundo de sistemas de filtragem de um aquário doméstico, que foram moídos e peneirados em uma peneira de 300 µm. O negro de fumo utilizado foi o Statex 300 com tamanho de partícula aproximado de 300 µm fornecido pela empresa Biancolor® *Masterbatches*.

Para a produção do concentrado de cor, foi utilizado uma prensa aquecida e, posteriormente, um moinho para a moagem dos mesmos. Para a produção dos corpos de prova foi utilizada uma máquina injetora Semeraro modelo PPIS 50/30. Os ensaios realizados para a caracterização foram dureza Shore D (ASTM D2240), resistência à tração (ASTM D 638) e HDT (ASTM D648).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Dureza Shore D

As formulações foram analisadas com relação à dureza superficial e os resultados encontram-se na Tabela 1.

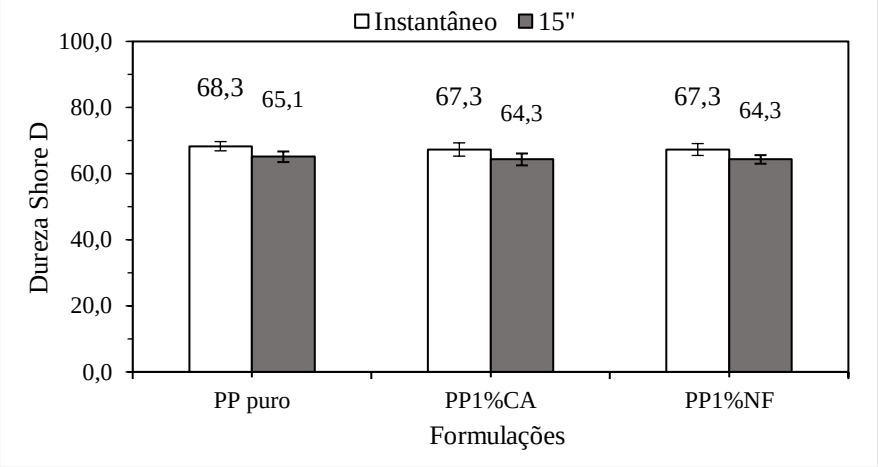
Tabela 1 – Resultados de dureza Shore D para o PP puro e as formulações com 1% de CA e NF

Formulações	Instantâneo	15"
PP puro	68,3 ± 1,4	65,1 ± 1,6
PP1%CA	67,3 ± 2,0	64,3 ± 1,8
PP1%NF	67,3 ± 1,3	64,3 ± 1,3

Fonte: elaborada pelos autores

Os resultados de dureza superficial para o PP puro e as formulações com 1% de CA e 1% de NF, são apresentados de forma comparativa no Gráfico 1, onde é possível verificar as médias e desvio padrão das formulações.

Gráfico 1 – Resultados de dureza Shore D para o PP puro e as formulações com 1% de CA e NF



Fonte: elaborado pelos autores

Segundo os dados apresentados no Gráfico 1, não houve diferença considerável para a dureza Shore D (instantânea e 15") entre o PP puro e os formulações contendo 1% de CA e 1% de NF, pois, a concentração adicionada de CA e de NF não foram suficiente para alterar esta propriedade.

3.2 Resistência à tração

Os resultados das formulações analisadas com relação à resistência à tração e encontram-se na Tabela 2.

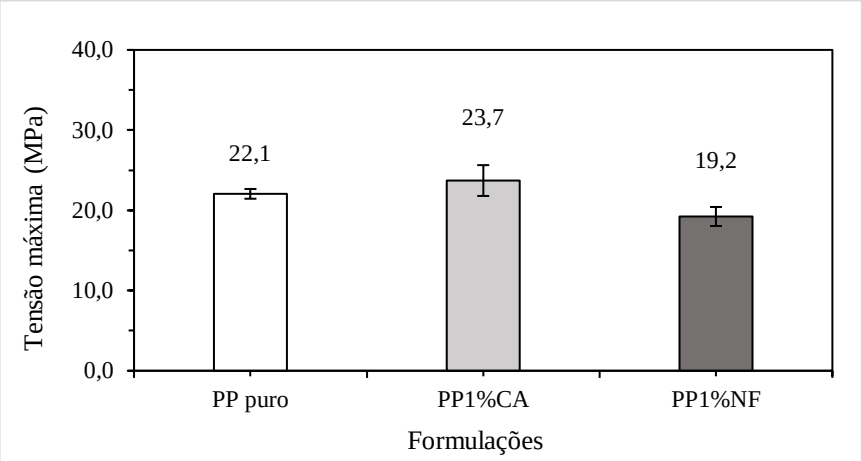
Tabela 2 – Resultados de tensão máxima no escoamento, módulo elasticidade e alongamento na ruptura para o PP puro e as formulações com 1% de CA e NF

Formulações	σ_{max} (MPa)	E (MPa)	Alongamento (%)
PP puro	22,1±0,6	628,7±14,3	691,9±11,3
PP1%CA	23,7±1,9	586,8±31,2	185,9±30,1
PP1%NF	19,2±1,2	498,1±15,5	335,5±19,7

Fonte: elaborada pelos autores

Os resultados da Tabela 2 estão dispostos nos Gráfico 2, Gráfico 3 e Gráfico 4 para melhor visualização e entendimento.

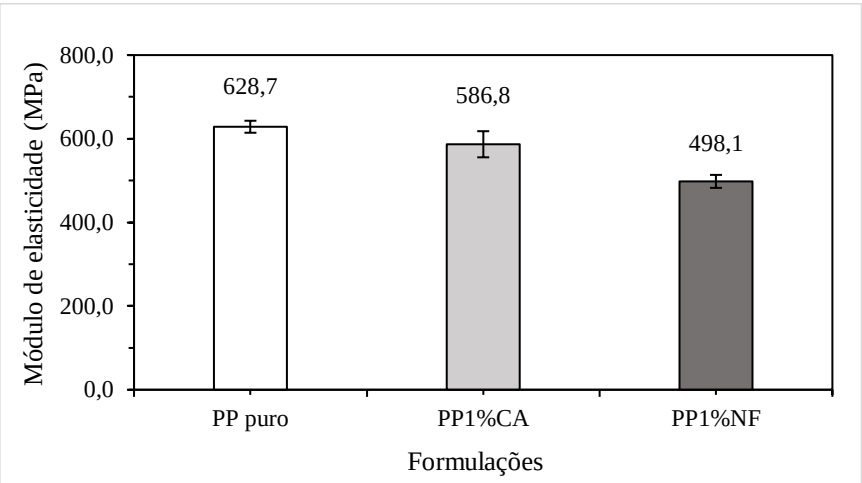
Gráfico 2 – Resultado do Tensão máxima no escoamento para o PP puro e as formulações com 1% de CA e NF



Fonte: elaborado pelos autores

Analisando a tensão máxima no limite de escoamento, é notável que com a adição de 1% de CA no PP apresentou um leve aumento de 7,2%, ou seja, 1,6 MPa, pois, provavelmente houve transferência de energia da matriz promovendo, assim o aumento da tensão máxima. Logo, com a adição de 1% de NF demonstrou queda na tensão máxima de 13,1%, ou seja, houve redução de 2,9 MPa. Isto pode ter ocorrido devido à partícula de NF apresentar pouca ou nenhuma compatibilidade com a matriz de PP.

Gráfico 3 – Resultado do módulo de elasticidade para o PP puro e as formulações com 1% de CA e NF

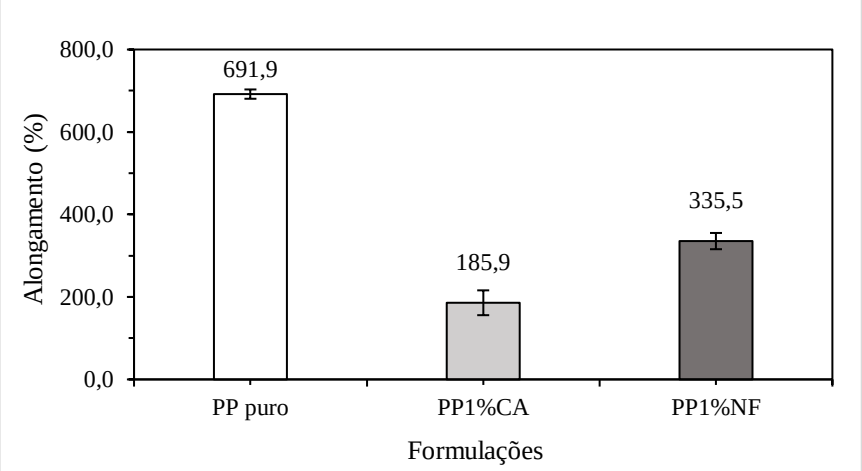


Fonte: elaborado pelos autores

O módulo de elasticidade é a resistência à deformação na zona elástica; com a adição de CA, o módulo de elasticidade diminuiu aproximadamente 6,6%, ou seja, 41,9 MPa, isto indica que a partícula de CA não apresentou pouca adesão com a matriz de PP. A adição

de negro de fumo apresentou resultados de módulo de elasticidade ainda menor, de aproximadamente 20,7%, ou seja, de 130,6 MPa. Este fenômeno ocorreu devido à falta de adesão entre a matriz e a partícula de NF, o que agiu como um concentrador de tensão, fazendo com que o material necessite de menor energia para a sofrer a mesma deformação.

Gráfico 4 – Resultado do alongamento para o PP puro e as formulações com 1% de CA e NF



Fonte: elaborado pelos autores

Na análise dos resultados de alongamento, é possível notar que esta propriedade foi fortemente afetada pela adição de ambas partículas de CA e de NF. Comparando o composto com 1% de CA com o PP puro, é evidente que o alongamento diminuiu cerca de 73%, o que leva a crer que as partículas de CA agiu como concentrador de tensão, para esta propriedade, reduzindo o alongamento do composto. Com a adição de NF no PP, o alongamento demonstrou decréscimo de aproximadamente 51,5%, demonstrando que houve falta de adesão entre a partícula e o polímero, ou seja, diminui as propriedades sob tração.

3.3 Temperatura de distorção ao calor (HDT)

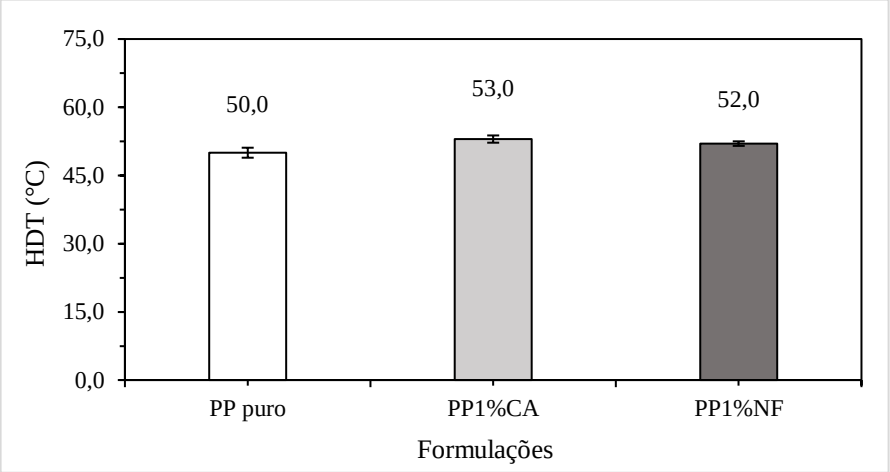
Os resultados de HDT são apresentados e dispostos na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados de HDT para o PP puro e as formulações com 1% de CA e NF

Formulações	Temperatura (°C)
PP puro	50,0 ± 1,1
PP1%CA	53,0 ± 0,8
PP1%NF	52,0 ± 0,5

Fonte: elaborada pelos autores

Gráfico 5 – Resultados de HDT para o PP puro e as formulações com 1% de CA e NF



Fonte: elaborado pelos autores

Os resultados do Gráfico 5 demonstram a temperatura de distorção ao calor (HDT), onde é possível verificar que a adição de carvão ativado no PP aumentou cerca de 6% a estabilidade térmica do polímero. Resultado semelhante foi apresentado pelo composto com 1% de negro de fumo que aumentou 4%. Estes resultados indicam que a adição de 1% de CA ou NF aumentam levemente a estabilidade ao calor do polímero. Esse aumento é explicado, devido às característica das partículas, por demonstrar dureza e rigidez superiores à do PP, assim, restringindo a mobilidade das macromoléculas do PP.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados de dureza Shore D não apresentaram diferença considerável entre o PP puro e os formulações contendo 1% de CA e 1% de NF. A adição de partículas como a de NF e de CA diminui o módulo de elasticidade e o alongamento dos compostos, porém a tensão máxima no escoamento, é aumentada para o PP com 1% de CA. Os resultados de temperatura de distorção ao calor (HDT), aponta que adição de carvão ativado no PP aumentou cerca de 6% (CA) e 4% (NF) a estabilidade térmica do polímero. As propriedades inferiores dos compostos foram, provavelmente, devido à falta de compatibilização da matriz com as cargas adicionadas. Com a aplicação de tensão, nã ocorreu a transferência de tensão da matriz para as cargas que, além de tudo atuaram como concentradores de tensão, diminuindo as propriedades mecânicas. No entanto, os resultados obtidos neste estudo mostram que é possível substituir o negro de fumo pelo carvão ativado dependendo da aplicação do PP.

REFERÊNCIAS

CALHOUN, A. Polypropylene. In: **Multilayer Flexible Packaging.** 2. ed. 2016. p. 35-45.

CINTI, S. et al. Novel carbon black-cobalt phthalocyanine nanocomposite as sensing platform to detect organophosphorus pollutants at screen-printed electrode. **Electrochimica Acta**, v. 188, p. 574-581, 2016.

KUNZ, A. et al. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis.**Química nova**, 2002.

NUNES E. C. D.; SANTOS L. J., **Termoplásticos:** estruturas, propriedades e aplicações. 1. ed. São Paulo: Érica, 2015.

NUNES, E. C. D.; BABETO, A. S.; AGNELLI, J. A. M. Correlação entre o comportamento termooxidativodo polipropileno (PP) e do polietileno de baixa densidade (PEBD) e o tipo de tratamento superficial do negro de fumo. **Polímeros: Ciência e Tecnologia,** Abr/Jun – 1997.

PEREIRA, E. et al. Preparação de carvão ativado em baixas temperaturas de carbonização a partir de rejeitos de café: utilização de $FeCl_3$ como agente ativante. **Química Nova**, v. 31, n. 6, p. 1296-1300, 2008.

RAMOS, P. H. et al. Produção e caracterização de carvão ativado produzido a partir do defeito preto, verde, ardido (PVA) do café. **Química. Nova**, v. 32, n. 5, p. 1139-1143, 2009.

CONFIABILIDADE METROLÓGICA – COMPARAÇÃO ENTRE MEDIDAS OBTIDAS NA TRIDIMENSIONAL E UM PAQUÍMETRO ANALÓGICO

Ricardo Luis Gozzi [1]
Wallyson Thomas Alves da Silva [2]
Ricardo Favaro [3]
Marcus Vinicius Begossi [4]

RESUMO

Confiabilidade Metrológica constitui-se em pré-requisito no desenvolvimento de qualquer atividade que envolva medição, não apenas pela necessidade de se dispor de números confiáveis que possam descrever um determinado fenômeno físico ou químico, mas também pela relevância econômica e social associada ao processo de medição. Não temos um problema em relação ao estudo, podemos através dele identificar e definir o instrumento mais adequado, acessível e didático, com confiabilidade de medição para o este determinado processo de medição da peça em suas tolerâncias e incertezas de medição. O objetivo deste trabalho é verificar a diferença entre os instrumentos utilizados, com base em uma comparação entre uma Tridimensional e um Paquímetro analógico na medição de peças Didáticas. Primeiramente, nesse estudo comparamos 1 amostra de peça realizando as medições em uma Tridimensional Crysta-Apex C574 de resolução 0,1µm e um Paquímetro Analógico Mahr 150 mm de resolução 0,02 mm, disponibilizados pela Escola e Faculdade Senai "Roberto Mange". Desenhamos a peça em um programa de desenho 2D/3D chamado SolidWorks. Os instrumentos foram aferidos antes da utilização, selecionamos a amostra disponível para a medição em seguida, realizamos as medições da amostra em um ambiente controlado com aproximadamente 20°C, com os resultados adquiridos fizemos os cálculos de Incerteza dos Instrumentos utilizados. Os dados foram inseridos em uma tabela no Excel e colocamos em um gráfico para facilitar a visualização dos resultados.

Palavras-chave: Metrológica. Tolerância. Tridimensional. Blocos-Padrão. Paquímetro.

[1] E-mail: ricogozzi@gmail.com
[2] E-mail: wallyson.silva@sp.senai.br
[3] E-mail: ricardo.favaro@sp.senai.br
[4] E-mail: mbegossi@sp.senai.br

1. REVISÃO TEÓRICA

O sistema de medição por coordenadas é uma ferramenta consolidada e muito atual hoje em dia. É um sistema que atende as exigências do mercado atual, pois garante a qualidade dimensional de produtos em indústrias de diferentes ramos. Em comparação aos meios de medição convencionais, o sistema de medição por coordenadas apresenta diversas vantagens, como a alta flexibilidade, alta produtividade, alta informatização, alta precisão e alta confiabilidade. (Trabalhos feitos, 2014)

O paquímetro é usado por muitos profissionais que trabalham com peças e precisam conhecer a sua medida exata. É uma ferramenta que trabalha com precisão e serve para medir a distância entre dois lados simetricamente opostos de um objeto. Em geral, o paquímetro é usado quando se trata de dimensões de pequenas peças, como tubos, parafusos, porcas, etc. O seu formato é uma régua graduada, com encosto fixo, para que o cursor possa deslizar. O paquímetro também conta com dois bicos de medição, sendo um ligado à escala e o outro ao cursor. Assim, ele é ajustado entre dois pontos, a medição é lida em sua régua e, por fim, retirado do local. A escala de medição usada é o nónio ou verniers, ambos permitem uma precisão decimal de leitura através do alinhamento desta escala com uma medida da régua. O mais comum é que os paquímetros sejam de plástico, com haste metálica, ou inteiramente de aço inoxidável. Suas graduações são calibradas a 20 °C (Indústria hoje, 2017).

Os Blocos-padrão são sempre necessários para estabelecer a rastreabilidade. Eles são a verdadeira materialização do comprimento. Exatos dentro de micrometros representam o mais elevado nível na hierarquia de rastreabilidade. Outros padrões, tais como anéis padrão, por exemplo, são sempre comparados aos blocos-padrão. Por esse motivo, os anéis padrão estão em uma posição abaixo dos blocos-padrão.

2. METODOLOGIA

Para comparamos a amostra realizamos as medições em uma Tridimensional Crysta-Apex C574 e um Paquímetro Analógico Mahr 150mm, disponibilizados pela Escola e Faculdade Senai “Roberto Mange”, com as medidas (A- Ø 31,20 mm) Maior, (B – Ø 23,90 mm) Menor e (C – Ø12,00 mm) Furo interno. Primeiramente, desenhamos

a peça em um programa de desenho 2D/3D chamado Solid Works para exemplificar a peça antes de ser medida e identificar suas cotas, conforme as figuras abaixo:

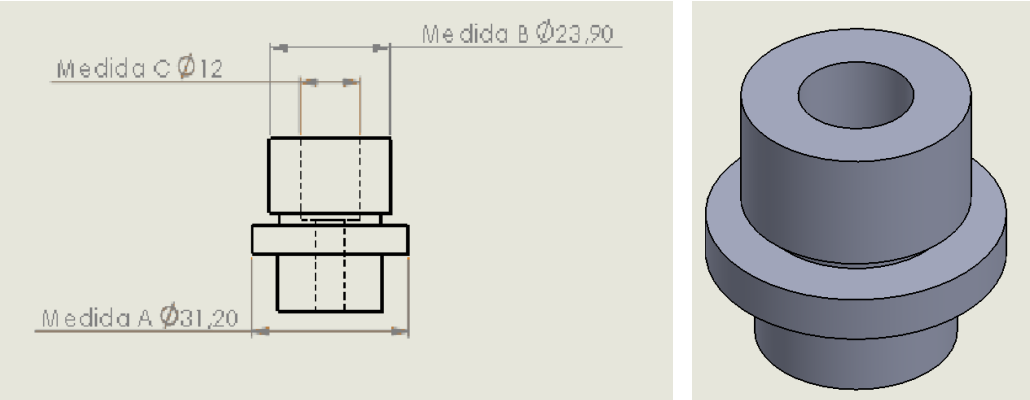


Figura 1 - Desenho da peça no SolidWorks 2016

Depois separamos o Paquímetro para realização da calibração, abrimos o paquímetro no seu alcance máximo e verificamos se a face de medição deslizava suavemente. Depois observamos as faces de medição internas biseladas. Ambas as extremidades das faces de medição internas estavam agudas, sem rebarbas nem qualquer sinal de terem sido dobradas ou danificadas. Prendamos um pedaço de papel entre as faces externas, pressionamos e puxamos para limpar as faces de medição. Após a verificação do paquímetro, separamos os Blocos Padrão para iniciar a calibração. Foram utilizadas luvas para o manuseio com os Blocos Padrão e o Álcool isopropílico para limpeza antes de cada medição. Abaixo temos as fotos ilustrativas dos Blocos Padrão e do Paquímetro utilizado.



Figura 3- Blocos Padrão (Soluções Industriais, 2017).

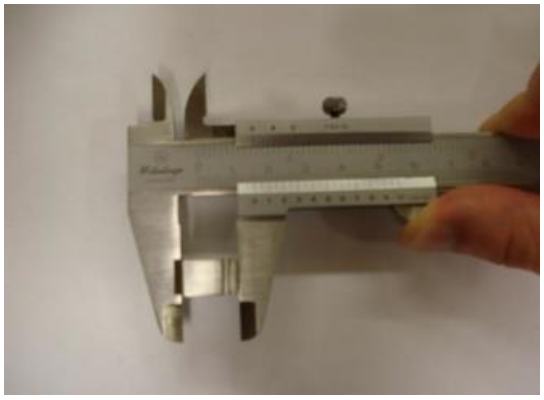


Figura 4 – Paquímetro Analógico (Eba calibrações paquímetros, 2017).

Na Tab. (1) segue os dados do Paquímetro utilizado, o conjunto de Blocos Padrão e material utilizado para limpeza e conservação dos instrumentos:

DADOS PAQUIMETRO	
TIPO	ANALÓGICO
RESOLUÇÃO	0.02
MODELO	MAHR
PATRIMÔNIO	716374

INSTRUMENTOS UTILIZADOS	
BENZINA	VASILHAME
VASELINA	VASILHAME
LUVA	DESCARTÁVEL
BLOCOS PADRÃO (CJNTO)	AÇO

Tabela 1- Dados do Paquímetro, instrumentos e materiais utilizados na Calibração.

Após toda preparação dos instrumentos, foi realizada a calibração, onde foi constatada uma variação no desvio padrão de 0,01 mm em algumas medições, no sentido abrindo e fechando do paquímetro, porém se consideramos que a resolução do paquímetro é de 0,02 mm e a leitura foi visual e o paquímetro é analógico, podemos concluir que está variação não comprometerá nosso estudo. Segue abaixo as tabelas 2 e 3 abrindo e fechando o paquímetro e as medições encontrados:

MEDIDA	ABRINDO 01	ABRINDO 02	ABRINDO 03	Média	Desvio
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00
2,02	2,02	2,02	2,04	2,03	0,01
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
4,04	4,04	4,04	4,04	4,04	0,00
6,00	6.0	6,02	6,02	6,02	0,00
6,06	6,08	6,08	6,08	6,08	0,00
8,00	8,00	8,02	8,00	8,01	0,01
8,08	8,08	8,08	8,06	8,07	0,01
10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00
10,10	10,12	10,10	10,10	10,11	0,01
12,00	12,02	12,02	12,00	12,01	0,01
12,12	12,12	12,12	12,12	12,12	0,00
14,00	14,00	14,02	14,00	14,01	0,01
14,14	14,14	14,14	14,14	14,14	0,00
16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	0,00

16,16	16,18	16,18	16,18	16,18	0,00
18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	0,00
18,18	18,18	18,18	18,20	18,19	0,01
20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	0,00
22,00	22,00	22,02	22,00	22,01	0,01
25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	0,00
30,00	30,00	30,00	30,02	30,01	0,01
35,00	35,02	35,00	35,00	35,01	0,01
40,00	40,00	40,02	40,00	40,01	0,01
45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	0,00
50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	0,00
60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	0,00
70,00	70,00	70,02	70,02	70,01	0,01
80,00	80,00	80,02	80,00	80,01	0,01
90,00	90,00	90,02	90,02	90,01	0,01
100,00	100,02	100,00	100,00	100,01	0,01
125,00	125,00	125,02	125,00	125,01	0,01
150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	0,00

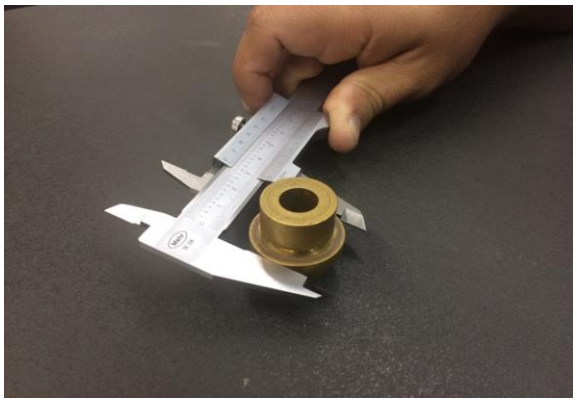
Tabela 2 – Valores encontrados na medição abrindo o Paquímetro.

MEDIDA	FECHANDO 01	FECHANDO 02	FECHANDO 03	Média	Desvio
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	2,00	2,00	2,02	2,01	0,01
2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	0,00
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00
4,04	4,06	4,04	4,04	4,05	0,01
6,00	6,02	6,00	6,00	6,01	0,01
6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	0,00
8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0,00
8,08	8,08	8,06	8,08	8,07	0,01
10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00
10,10	10,10	10,10	10,10	10,10	0,00
12,00	12,00	12,02	12,00	12,01	0,01
12,12	12,12	12,12	12,12	12,12	0,00
14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	0,00
14,14	14,14	14,14	14,14	14,14	0,00
16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	0,00
16,16	16,16	16,16	16,16	16,16	0,00
18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	0,00
18,18	18,18	18,20	18,18	18,19	0,01
20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	0,00
22,00	22,02	22,02	22,00	22,01	0,01
25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	0,00

30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	0,00
35,00	35,02	35,00	35,00	35,01	0,01
40,00	40,00	40,02	40,00	40,01	0,01
45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	0,00
50,00	50,00	50,02	50,00	50,01	0,01
60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	0,00
70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	0,00
80,00	80,00	80,02	80,02	80,01	0,01
90,00	90,00	90,02	90,00	90,01	0,01
100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
125,00	125,00	125,00	125,02	125,01	0,01
150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	0,00

Tabela 3 – Valores encontrados na medição fechando o paquímetro

Após a calibração do paquímetro, selecionamos uma amostra da peça para a medição. Em seguida, realizamos as 3 medições (A- 31,20 mm) Maior, (B – 23,90 mm) menor e (C – 12,00 mm) da amostra em um ambiente controlado com aproximadamente 20°C, utilizando o Paquímetro Analógico Mahr de 150mm de resolução 0,02 mm conforme ilustrado nas figuras abaixo:



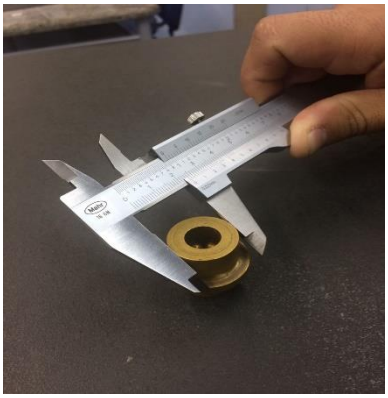




Fig. (A) Figura (B) Figura (C)

Figuras A, B e C da medição da amostra com a utilização do Paquímetro Analógico de 150 mm e resolução de 0,02 mm.

Terminamos a medição com o Paquímetro e em seguida realizamos as 3 medições (Figura A- 31,20 mm), (Figura B – 23,90 mm) e (Figura C – 12,00 mm) da mesma amostra em um ambiente controlado com aproximadamente 20°C, conforme ilustrado nas figuras 5 e 6.

Fig.(5)



Fig.(6)



Figuras (5 e 6) da medição na Tridimensional Crysta-Apex C 574

Os dados foram inseridos em uma tabela no Excel para facilitar a visualização dos resultados, onde iremos apresentar no próximo item.

3. RESULTADOS

Na tab. (03), utilizando o Paquímetro Analógico podemos observar que não houve variações nas medições (A) Ø Maior e (B) Ø Menor externo da amostra, utilizando o encosto fixo e móvel do Paquímetro. Já quando foi utilizada a orelha fixa e móvel do Paquímetro para medição (C) furo interno, observamos que houve variações nas medições e o desvio padrão ficou em 0,02 mm, indicando uma circularidade irregular da amostra.

Instrumentos de Medição: PAQUIMETRO (716.374)							
Medidas	A1	A2	A3	A4	A5	***Média***	***Desvio***
Valores (mm)	23,84	23,84	23,84	23,84	23,84	23,84	0
Medidas	B1	B2	B3	B4	B5	***Média***	***Desvio***
Valores (mm)	31,24	31,24	31,24	31,24	31,24	31,24	0
Medidas	C1	C2	C3	C4	C5	***Média***	***Desvio***
Valores (mm)	12,00	12,04	12,06	12,02	12,02	12,03	0,02

Tabela 03 – Valores encontrados na medição da amostra com o Paquímetro Analógico

Utilizando a tridimensional podemos observar na tab. (04) que houve uma variação no desvio padrão de apenas 0,001 mm entre as medições (A) Maior e (B) menor, externo da amostra e (C) furo interno, isso mostra uma precisão maior entre as medições realizadas pela Tridimensional.

Instrumentos de medição: *Coordinate Measuring Machine (Mitutoyo Crysta Apex C)*							
Medidas	A1	A2	A3	A4	A5	***Média***	***Desvio***
Valores (mm)	23,815	23,815	23,816	23,816	23,816	23,816	0,001
Medidas	B1	B2	B3	B4	B5	***Média***	***Desvio***
Valores (mm)	31,219	31,219	31,220	31,220	31,220	31,220	0,001
Medidas	C1	C2	C3	C4	C5	***Média***	***Desvio***
Valores (mm)	12,020	12,020	12,019	12,019	12,019	12,019	0,001

Tabela 04 – Valores encontrados na medição da amostra com a Tridimensional

Podemos observar na figura 7 o motivo pelo qual na Tridimensional não houve tantas variações da amostra nas medições do furo interno, pois a Tridimensional necessita de apenas 4 pontos de referência e a amostra foi medida com o mesmo programa PRRT (M Cosmos V2.3R Edi8) desta forma, eliminamos os possíveis erros humanos e irregularidades de circularidade.

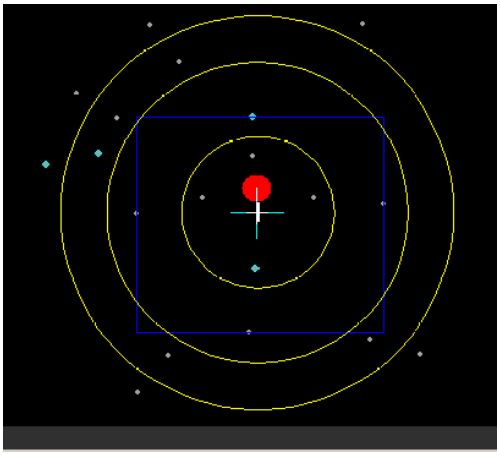


Figura 7 - retirada do programa da Tridimensional indicando os 4 pontos de medição internos do furo como referência.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebeu-se uma resolução de 0,02 mm no Paquímetro e de 0,001 mm na Tridimensional, o que podemos concluir que o paquímetro não consegue ter a mesma precisão que vemos na Tridimensional que apresenta um maior grau de eficácia na mesmo procedimento de medições que foram comparados.

Observamos também que as realizações tecnológicas na área industrial estão muito ligadas ao aparecimento de novas necessidades. A metrologia acompanha, ou deve acompanhar o progresso dos meios de fabricação. A técnica de medição tridimensional permite o desempenho de tarefas da metrologia que antes implicavam um grande esforço. Em algumas aplicações, essa técnica representa a única opção de uma medição objetiva e reproduzível.

REFERÊNCIAS

EBAH. **Calibração de paquímetro**. Disponível em: <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAAv5EAJ/calibracao-paquimetro>. Acesso em: 17 out. 2018.

EDUARDO J. STEFANELLI. **Paquímetro universal virtual:** simulador com nônio em milímetro 0,05mm. Disponível em: <http://www.stefanelli.eng.br/paquimetro-virtual-simulador-milimetro-05/>. Acesso em: 17 out. 2018.

H2 – ASSESSORIA E CONSULTORIA. **Confiabilidade metrológica.** Disponível em: <http://www.h2ac.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=97&Itemid=104>. Acesso em: 17 out. 2018.

INDÚSTRIA HOJE. **O que é um paquímetro?** Disponível em: <https://industriahoje.com.br/o-que-e-um-paquimetro>. Acesso em: 17 out. 2018.

SOLUÇÕES INDUSTRIAIS. **Blocos padrão individual de cerâmica.** Disponível em: <https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/instrumentacao/insize-do-brasil/produtos/instrumentacao/blocos-padrao-individual-de-ceramica->. Acesso em: 17 out. 2018.

TRABALHOS FEITOS. **Medição tridimensional.** Disponível em: <https://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Medi%C3%A7%C3%A3o-Tridimensional/740948.html>. Acesso em: 17 out. 2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CATARINA. **Máquinas de medir por coordenada.** Disponível em: <http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/veriano/materiais/09_Maquinamedircoordenadas.pdf>. Acesso em: 17 out. 2018.

CONFIABILIDADE METROLÓGICA – COMPARAÇÃO ENTRE MEDIDAS OBTIDAS NA TRIDIMENSIONAL E UM PAQUÍMETRO DIGITAL

Gabriel Ferreira Jacinto [1]
Everaldo Marques da Silva [2]
Wallyson Thomas Alves da Silva [3]
Marcus Vinicius Begossi [4]

RESUMO

Nos processos de medição, não há idealismo de maneira a serem a prova de erros, pelo contrário, erros fazem parte dele, mas não significa que não há controle sobre eles, pois podem ser minimizados garantindo a eficiência do processo, essa garantia que envolve o processo de medição, chama-se confiabilidade metrológica. Neste estudo podemos definir, para medição de uma peça com suas respectivas tolerâncias, o melhor instrumento a ser utilizado, levando em conta economia, didática, acessibilidade e confiabilidade metrológica. Foram realizadas, medições com paquímetro digital de resolução 0,01 mm e uma tridimensional com 0,1µm de resolução devidamente aferidos, em ambiente controlado com temperatura 21° C, desta forma possibilitando comparação através de tabelas e gráficos das medidas obtidas no experimento de ambos os instrumentos.

Palavras-chave: Confiabilidade metrológica, paquímetro digital, tridimensional.

1. REVISÃO TEÓRICA

A máquina de medição tridimensional por coordenadas é amplamente usada na indústria por sua capacidade de determinar com exatidão as três dimensões dos mais variados objetos. Uma máquina de medição tridimensional por coordenadas permite a comparação e a análise de um modelo físico de determinado componente em relação ao que foi desenhado, garantindo que o resultado final seja idêntico ao projeto. Uma máquina de medição tridimensional por coordenadas pode ser útil para muitas empresas, mas também representar um investimento elevado para sua aquisição.

[1] E-mail: gfjacintoo@gmail.com
[2] E-mail: Everaldo.silva@sp.senai.br
[3] E-mail: wallyson.silva@sp.senai.br
[4] E-mail: mbegossi@sp.senai.br

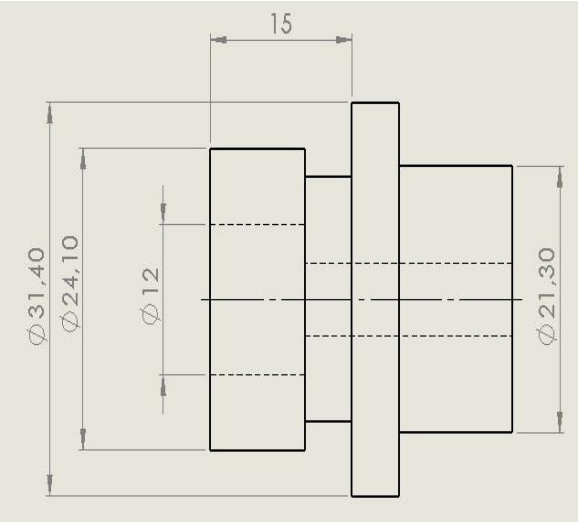
Paquímetro digital é um instrumento de medição linear dotado de um cursor que desliza numa régua. Ele foi concebido para tomar medições lineares externas por contato. Ele pode também medir dimensões internas, profundidades, ressaltos dentre outras, dispensando a interpretação da leitura.

Um aparato eletrônico incrementa a distância percorrida pelo cursor e a apresenta em um mostrador de cristal líquido. Uma vantagem desta geometria é permitir a possibilidade de comutar a medida apresentada entre milímetro centesimal, polegada décimo-milesimal e polegada fracionária. Outra vantagem é a possibilidade de ajustar o instrumento em qualquer ponto passando a consultar a diferença entre as medidas, facilitando a inspeção da tolerância de várias peças sem a necessidade de interpretar cada uma.

Confiabilidade metrológica é a capacidade do instrumento realizar medições repetidas mantendo o mesmo valor, ou seja, “Grau de concordância entre os resultados de medições sucessivas de um mesmo mensurando efetuadas sob as mesmas condições de medição” (Engepe,2009).

3. METODOLOGIA

Para realizar as medições da peça utilizamos um paquímetro digital Mitutoyo de resolução 0,01mm à 150mm e uma tridimensional Mitutoyo Crysta-Apex C574 de resolução de 0,001mm devidamente aferidos. Utilizamos um sólido cilíndrico, onde que, fizemos o desenho no software SOLIDWORKS para compreender as medidas.



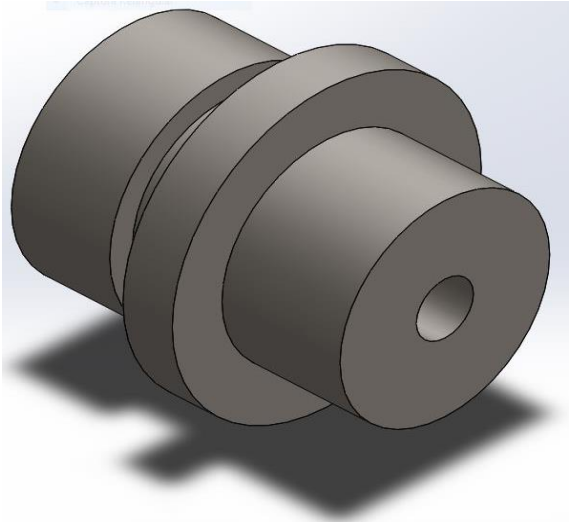


FIGURA 1 DESENHO DA PEÇA NO SOLIDWORKS

FIGURA 2 VISTA ISOMÉTRICA DO SOLIDO

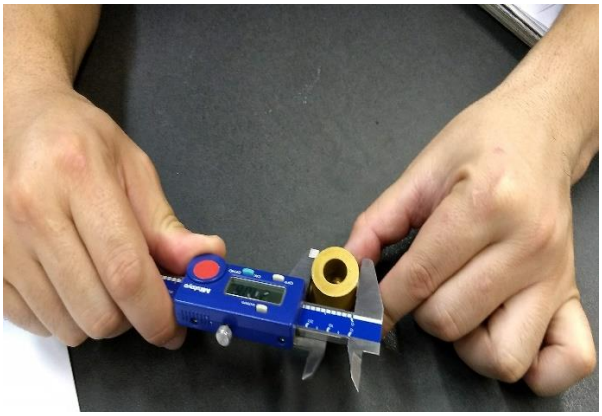




FIGURA 3 MEDIÇÃO COM PAQUÍMETRO **FIGURA 4 PAQUÍMETRO DIGITAL (Internet, 2018)**

Colocamos na tabela a seguir os dados do paquímetro, da tridimensional e da ponta de medição.

Paquímetro digital	
Marca	Mitutoyo
Resolução	0,01mm - 150mm

Tridimensional	
Marca	Mitutoyo
Resolução	0,001mm

Ponta de medição	
Diâmetro	1,997mm
Comprimento	20mm

TABELA 1: Dados do paquímetro **TABELA 2: Dados da tridimensional** **TABELA 3: Dados da ponta de medição**





Figuras 5 e 6 medições na Tridimensional Crysta-Apex C 574

Todos os dados coletados foram digitalizados em uma tabela feita no Excel para melhor visualização. As tabelas podem ser visualizadas no próximo item.

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos foram colocados em duas tabelas, onde colocamos as medidas nominal da peça, as medidas obtidas com o paquímetro, as medidas obtidas com a tridimensional, a média das medidas, o desvio padrão e os erros máximos e mínimos.

Medições com o Paquimetro digital						
	1ªMedição	2ªMedição	3ªMedição	4ªMedição	5ªMedição	Média
Ø21,3	21,23	21,23	21,24	21,25	21,22	21,23
Ø31,4	31,41	31,42	31,44	31,42	31,43	31,42
Ø24,1	24,02	24,03	24,05	24,02	24,03	24,03
Ø12	11,97	11,95	12,01	12,00	12,02	11,99
15	14,90	14,98	15,00	15,00	14,97	14,97

TABELA 4: Resultados da medição com o paquímetro

$$\sigma = \sqrt{\frac{(21{,}23 - 21{,}23)^2 + (21{,}23 - 21{,}23)^2 + (21{,}24 - 21{,}23)^2 + (21{,}25 - 21{,}23)^2 + (21{,}22 - 21{,}23)^2}{4}}$$

$$\sigma = 0{,}00015\text{mm}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(31{,}41 - 31{,}42)^2 + (31{,}42 - 31{,}42)^2 + (31{,}44 - 31{,}42)^2 + (31{,}42 - 31{,}42)^2 + (31{,}43 - 31{,}42)^2}{4}}$$

$$\sigma = 0{,}00015\text{mm}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(24{,}02 - 24{,}03)^2 + (24{,}03 - 24{,}03)^2 + (24{,}05 - 24{,}03)^2 + (24{,}02 - 24{,}03)^2 + (24{,}03 - 24{,}03)^2}{4}}$$

$$\sigma = 0{,}00015mm$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(11{,}97 - 11{,}99)^2 + (11{,}95 - 11{,}99)^2 + (12{,}01 - 11{,}99)^2 + (12{,}00 - 11{,}99)^2 + (12{,}02 - 11{,}99)^2}{4}}$$

$$\sigma = 0{,}00085mm$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(14{,}90 - 14{,}97)^2 + (14{,}98 - 14{,}97)^2 + (15{,}00 - 14{,}97)^2 + (15{,}00 - 14{,}97)^2 + (14{,}97 - 14{,}97)^2}{4}}$$

$$\sigma = 0{,}0017mm$$

Erro máximo paquímetro digital		Resultado
21,23	0,00015	21,23015
31,42	0,00015	31,42015
24,03	0,00015	24,03015
11,99	0,00085	11,99085
14,97	0,0017	14,9717

Erro mínimo paquímetro digital		Resultado
21,23	0,00015	21,22985
31,42	0,00015	31,41985
24,03	0,00015	24,02985
11,99	0,00085	11,98915
14,97	0,0017	11,9683

TABELA 5 e 6: Resultados dos erros máximos e mínimos do paquímetro

Medições com a Tridimensional (CNC)						
	1ªMedição	2ªMedição	3ªMedição	4ªMedição	5ªMedição	Média
Ø21,3	21,251	21,250	21,250	21,250	21,252	21,251
Ø31,4	31,434	31,433	31,433	31,433	31,433	31,433
Ø24,1	24,121	24,119	24,119	24,123	24,121	24,121
Ø12	11,993	11,989	11,992	11,994	11,996	11,993
15	15,002	15,016	15,029	14,990	14,988	15,005

TABELA 7: Resultados da medição com a tridimensional

$$\sigma = \sqrt{\frac{(21{,}251 - 21{,}251)^2 + (21{,}250 - 21{,}251)^2 + (21{,}250 - 21{,}251)^2 + (21{,}250 - 21{,}251)^2 + (21{,}252 - 21{,}251)^2}{4}}$$

$$\sigma = 0{,}000001mm$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(31{,}434 - 31{,}433)^2 + (31{,}433 - 31{,}433)^2 + (31{,}433 - 31{,}433)^2 + (31{,}433 - 31{,}433)^2 + (31{,}433 - 31{,}433)^2}{4}}$$

$$\sigma = 0{,}000001mm$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(24{,}121 - 24{,}121)^2 + (24{,}119 - 24{,}121)^2 + (24{,}119 - 24{,}121)^2 + (24{,}123 - 24{,}121)^2 + (24{,}121 - 24{,}121)^2}{4}}$$

$$\sigma = 0{,}000003mm$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(11{,}993 - 11{,}993)^2 + (11{,}989 - 11{,}993)^2 + (11{,}992 - 11{,}993)^2 + (11{,}994 - 11{,}993)^2 + (11{,}996 - 11{,}993)^2}{4}}$$

$$\sigma = 0{,}00000675mm$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(15{,}002 - 15{,}005)^2 + (15{,}016 - 15{,}005)^2 + (15{,}029 - 15{,}005)^2 + (14{,}990 - 15{,}005)^2 + (14{,}998 - 15{,}005)^2}{4}}$$

$$\sigma = 0{,}000245mm$$

Erro máximo Tridimensional		Resultado
21,251	0,000001	25,251001
31,433	0,000001	31,433001
24,121	0,000003	24,121003
11,993	0,00000675	11,9930068
15,005	0,000245	15,005245

Erro mínimo Tridimensional		Resultado
21,251	0,000001	21,250999
31,433	0,000001	31,432999
24,121	0,000003	24,120997
11,993	0,00000675	11,99299324
15,005	0,000245	15,004755

TABELA 8 e 9: Resultados dos erros máximos e mínimos da Tridimensional.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A repetibilidade da tridimensional comprovou sua melhor eficiência como representado nas tabelas 8 e 9 de erros máximo e mínimos da tridimensional comparando-as com as tabelas 5 e 6 de erros máximos e mínimos do paquímetro digital, isso se deve a um ambiente devidamente controlado, a força de medição aplicada sobre a peça ser o mesmo em todos os sentidos, não a movimentado nos dá uma maior confiabilidade dimensional da peça. Apesar de ser um instrumento mais usado no chão de fábrica o paquímetro tem sua margem de erro, não sendo aferido corretamente, o ambiente de medição não ser controlado na maioria das vezes, a forma de segurar a peça na medição

pode vir a ocorrer o erro mais comum, como o erro de paralaxe também a aplicação da força sobre o equipamento não ser a mesma pode vir alterar a medida da peça.

REFERÊNCIAS

EDUARDO J. STEFANELLI. **Paquímetro digital virtual simulador em polegada fracionária 1/128".** Disponível em: <http://www.stefanelli.eng.br/paquimetro-digital-virtual-polegada-fracionaria-simulador/>. Acesso em: 17 out. 2018.

ENEGEP 2009. **Metrologia e qualidade:** sua importância como fatores de competitividade nos processos produtivos. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_091_615_13247.pdf>. Acesso em: 17 out. 2018.

USINTEK. **Máquina de medição tridimensional por coordenadas.** Disponível em: <http://www.usintek.com.br/maquina-medicao-tridimensional-coordenadas>. Acesso em: 17 out. 2018.

DESENVOLVIMENTO DE OBJETO DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE REDES

Bárbara Aparecida Moraes Lamazales[1]
Daniel Otávio Tambasco Bruno[2]
Sérgio Tadeu Bernatavicius[3]
Elias Faustino de Sousa[4]

RESUMO

Alunos apresentam dificuldade no aprendizado de diversas disciplinas, dentre elas, redes de computadores. O avanço da tecnologia faz necessário atualizar os sistemas de aprendizagem e a forma de conectar os alunos a estes assuntos, criando novos métodos de ensino, dando autonomia para o aluno descobrir seus pontos fortes e fracos em cada tema da disciplina. Visando isso, este trabalho tem o objetivo de criar um Objeto de Aprendizagem (OA) para auxiliar os alunos de Pós Graduação da área de tecnologia. Após questionários realizados com alunos antes e depois do desenvolvimento do OA, notou-se um resultado satisfatório para o projeto. Após o desenvolvimento da versão beta do aplicativo para testes, notou-se uma aceitação de 100% das pessoas que o avaliaram.

Palavras-chave: Redes. Educação. Tecnologia. *Software*. Objetos de Aprendizagem.

1. INTRODUÇÃO

Através de um levantamento de dados realizado com 50 alunos de cursos de Pós Graduação de faculdades na área de tecnologia, constatou-se que, 54% dos alunos consideram baixo seu conhecimento sobre redes Ethernet e redes industriais e que as informações disponíveis são muitas para o pouco tempo disponível de discussão em sala de aula.

Esse levantamento realizado traz uma concepção diferente das que vivenciamos, uma vez que, o número de tecnologia só cresce. Estima-se que o Brasil terá um *smartphone* em uso por habitante até o final de 2017 – segundo dados da 28ª Pesquisa Anual de Administração e Uso de Tecnologia da Informação nas Empresas, realizada pela Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (FGV-SP) feita em abril de 2017.

[1] Pós Graduada em Redes Industriais de Comunicação e Controle. **moraeslamazales@gmail.com**
[2] Professor da Faculdade SENAI de Mecatrônica e Mestre em Engenharia da Informação. **daniel.bruno@sp.senai.br**
[3] Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica e Doutor em Engenharia Mecânica **sergio.bernatavicius@sp.senai.br**
[4] Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica e Especialista em Automação Industrial **elias.sousa@sp.senai.br**

Hoje, o país tem 198 milhões de celulares inteligentes em uso e, atualmente, de acordo com a pesquisa, o Brasil tem também 162,8 milhões de computadores (entre notebooks, *tablets* e *desktops*) em funcionamento (CAPELAS, 2017).

De acordo com a Anatel (Teleco, 2018), o Brasil terminou janeiro de 2018 com 236,2 milhões de celulares. E, de acordo com a IDC (Tele Síntese, 2017), no primeiro trimestre de 2017 foram vendidos 1.1 milhão de computadores, tornando a tecnologia mais acessível.

Por outro lado, a acessibilidade trouxe consequências, que, segundo Wurman (1991), tanto o excesso quanto a falta de informação, criam um círculo vicioso na busca de informação, reduzindo a capacidade de aprendizagem, gerando mais ansiedade, fechando assim o círculo, de forma a ser conhecida como a doença do século.

Mateus e Brito (2011) fazem uma discussão sobre o uso das tecnologias e citam que o volume de informações cresce aceleradamente criando uma dificuldade em filtrá-las. Isso demonstra a importância do uso da tecnologia também no âmbito escolar melhorando a qualidade de vida das pessoas.

Segundo Valente (2014), as mudanças observadas no campo da comunicação não têm a mesma magnitude e impacto com relação à educação, trabalhando em um conceito de emissor-receptor, onde o aluno tem de absorver todo o conteúdo que o professor dá e, tendo de se moldar ao grupo, de uma única forma.

Manguinho (2008) declara que a integração entre os níveis de equipamentos e sistemas na indústria tem se tornado essencial para o aumento da eficiência, flexibilidade e confiabilidade dos sistemas produtivos. Já Rocha (2015) ressalta que a falta de interligação entre os níveis hierárquicos da organização, principalmente entre chão de fábrica e ambiente corporativo prejudica na tomada de decisões.

Segundo levantamento feito pela SAP (2015) os especialistas preveem que para o ano de 2020, mais de 30 bilhões de dispositivos, aparelhos, máquinas e outros objetos físicos estarão conectados em rede. Demostrando a importância da aprendizagem na área.

Este trabalho tem como objetivo criar um objeto de aprendizagem na forma de aplicativo para *smartphone* ou *tablet* para as plataformas *Android* e *Windows* com a finalidade de auxiliar o aluno no estudo da disciplina de Redes Industriais.

O *software* é organizado no formato de tópicos de assuntos com *quizzes* (perguntas após cada tema trabalhado) para ajudar o aluno a fixar o que acabou de ler e facilitar a aprendizagem, levando assim, os alunos melhores preparados para um maior rendimento em sala de aula.

2. DESENVOLVIMENTO

Com o intuito de criar uma ferramenta para usar em sala de aula, esse trabalho integra a tecnologia na educação, deixando o professor mais próximo do aluno de forma que todos possam conversar em uma mesma linguagem.

Para o desenvolvimento do sistema proposto, foram avaliadas diversas tecnologias aplicadas à educação, bem como a avaliação de trabalhos relacionados. Nesta seção também serão apresentados alguns dos itens de estudo citados no aplicativo.

2.1 A tecnologia aplicada à educação

O avanço da tecnologia traz diferentes enfoques dentro da sala de aula, principalmente a questão entre professor-aluno, na disputa da atenção que gira entre tecnologia ou o professor diante da lousa.

Para Kenski (1997, p.133) as pessoas ao nosso redor mudam, mesmo com a escola não mudando, com isso, os alunos sempre chegarão na escola já sabendo das coisas, o professor perdeu o posto de principal fonte de saber, os alunos estão aprendendendo nas mais diversas situações.

Perrenoud (2000) afirma que o docente deve orientar e criar situações que auxiliam o aprendiz e, que ele não pode ser visto como o dono da verdade e nem como o indivíduo que soluciona todos os problemas. Kenski e Perrenoud trazem a tona o assunto da inclusão de alunos e professores para fazer das aulas um meio que avance como o mundo avança, para trabalhar melhor o potencial das novas gerações e criar aulas em que se aproveite mais o tempo em ensinar.

Um exemplo desse tipo de aplicação é a chamada sala de aula invertida, onde se busca aproveitar o tempo de aula baseando-se nas dúvidas dos alunos acerca do conteúdo, que está disponível antes e proporcionando um pós teste para verificar o conhecimento adquirido. Enfatizando-se assim, o uso de tecnologias para que o professor possa usar o seu tempo em aula interagindo com o aluno, fugindo de uma aula totalmente expositiva (TREVELIN, 2013).

O ato de conectar os alunos junto as tecnologias, transforma a educação e a conexão entre professor-aluno-tecnologia, usando tudo em favor do desenvolvimento dos jovens.

Segundo Trevelin (2013), as tecnologias criam uma necessidade de adaptação para estudantes e professores, tornando o ensino algo menos monótono e gerando novos papéis para os integrantes desse contexto.

2.2 Fundamentação Teórica

Para o desenvolvimento do objeto de aprendizagem proposto, foram estudados os seguintes temas:

2.2.1 Objetos de Aprendizagem

O número de materiais educacionais disponibilizados na internet vem crescendo. Na criação destes encontram-se profissionais da área de informática. De um outro lado, encontram-se os profissionais da área da educação que buscam por ferramentas para utilização dentro da sala de aula. Porém, durante a busca, encontra-se muitos materiais dentro dos quais, existem uma grande quantidade de informação impossibilitando na reutilização dos mesmos. Para poder criar uma organização nessa busca, descrição e a reutilização dos materiais educacionais com um enfoque dado pela ciência da computação visando as necessidades da educação surgiu os objetos de aprendizagem.

Para a criação de um objeto de aprendizagem, são necessárias duas vertentes: a pedagógica e a técnica. Na parte pedagógica, podem ser citados itens como: interatividade, autonomia, cooperação, cognição, afetividade. Para as características técnicas, temos: disponibilidade, acessibilidade, confiabilidade, portabilidade, facilidade de instalação, interoperabilidade, usabilidade, manutenibilidade, granularidade, agregação, durabilidade, reusabilidade. Nem todo objeto de aprendizagem precisa ter todas as caracteristicas, porém, elas são sinônimos do quanto o material é reutilizável. (BRAGA, 2015)

De acordo com as características citadas, a base desse trabalho é a reusabilidade. Permitindo que o professor possa aproveitar qualquer tema estudado no aplicativo em sala de aula.

Um exemplo de objeto de aprendizagem é o jogo “O mistério de Iluminária”, que com o intuito de estimular a educação, traz um objeto de aprendizagem com o objetivo de conscientizar o consumo de energia elétrica, dando ao usuário a oportunidade de se colocar como parte do meio ambiente e dar a ele uma outra percepção da educação ambiental (NISHIDA et al., 2014).

2.2.2 Redes Ethernet

No Havaí, durante uma tentativa de conectar universidades de ilhas próximas, começaram buscas por soluções diferentes do que estender seus cabos sob o oceano. Ao mesmo tempo Bob Metcalfe se tornava bacharel no MIT ***(Massachusetts Institute of Technology***) e Ph.D. em Harvard. Foi trabalhar num centro da Xerox. Conhecendo o projeto ajudou-os criando a primeira rede local, que foi chamada de Ethernet (TANENBAUM, 1997).

2.2.3 Ethernet Industrial

Para Torres (2013), as redes permitem reduzir a quantidade de fios destinados a transmissão de dados, elevando a confiabilidade destes. A evolução da inteligência dos equipamentos facilita a infraestrutura da comunicação industrial. Os equipamentos antes analógicos, que necessitavam inúmeras interfaces, ficaram mais acessíveis através das redes digitais.

2.2.4 EtherCAT

A partir de características importantes para o chão de fábrica como, alta velocidade no tráfego de dados, determinismo, grande quantidade de informação na transferência de dados, cria-se uma rede Ethernet adaptada para a automação. Sendo adequada para um sistema que necessite de um controle de sistema e retroalimentação rápidos. (M. ISHII, 2017).

2.2.5 Modbus

Protocolo aberto, padronizado, possui comunicação em tempo real, baixo custo e é muito utilizado nas redes industriais, suportando o meio físico através dos padrões RS-232, RS-422, RS-485 e Ethernet. Trabalha na camada de aplicação que fornece comunicação cliente/servidor entre dispositivos conectados em tipos de barramentos ou redes. (ROCHA, 2015)

2.2.6 Profibus

Criada para ajudar na descentralização de sensores e atuadores para estações remotas. Sua comunicação é por meio de mestre-escravo. Os escravos só falam quando o mestre pedir alguma informação. (TORRES, 2013)

2.2.7 ASI

Desenvolvido entre os anos 1990 e 1994 para conexão com sensores e atuadores, se destaca pelo seu baixo custo, sua velocidade e determinismo. Possui como equipamentos básicos na rede, o mestre, escravos e uma fonte de alimentação, comunicando-se via de RS-232 ou RS-485 (ALMEIDA, 2017).

2.3 Metodologia

Para a realização deste trabalho foi utilizada a linguagem de programação C++, no IDE Embarcadero Rad Studio C++Builder XE8 (Versão 22.0.19027.8951) e um micro-computador com sistema operacional Windows 8.1, processador Intel Core i3 de 64 bits e *clock* de 1.50 GHz, com 4 GB de memória RAM (*Random Access Memory*) com o intuito de criar um objeto de aprendizagem compatível com plataformas Android e Windows.

Além disso o aplicativo foi testado em um smartpone Motorola, modelo Moto X geração 2, com sistema *Android Marshmellow*.

A ideia principal do aplicativo, é aproximar o aluno do educador, incentivando-o a criar maior interesse pelas aulas, auxiliando seus estudos. O tema central foca-se em Redes, com subdivisões de temas. Ao final de cada tema, tem-se um *quizz* (um jogo rápido de perguntas) para que o aluno relembre o que acabou de ler e aprenda mais até com os erros que cometer.

A primeira versão apresentada é beta, para análise final e diagnóstico do objetivo inicial.

Ao selecionar o que se quer estudar na tela inicial, como mostrado na Figura 1 (a), serão exibidos os temas disponíveis, como indicado na Figura 1 (b).

(a) (b)



Figura 1 – Tela inicial e temas estudados

Além do tema explicado de forma resumida, existem quadros com pequenas curiosidades sobre o assunto como mostram as Figuras 2 e 3.

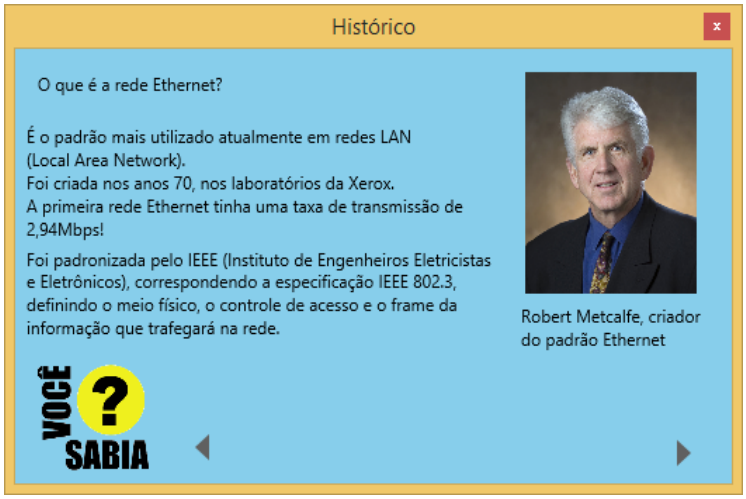


Figura 2: Aula.

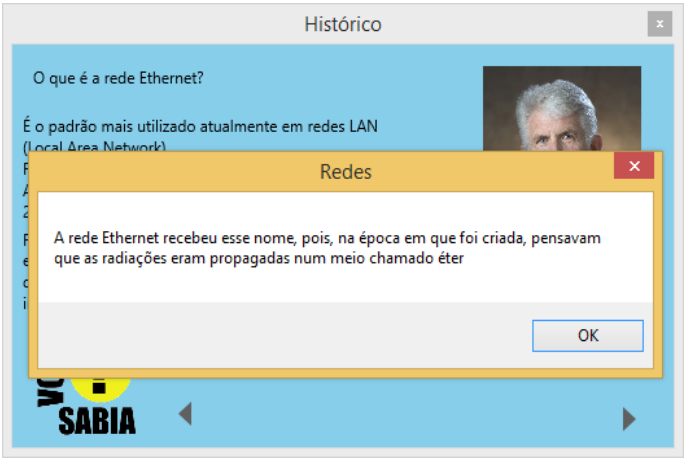


Figura 3: Tela Você sabia?

De acordo com uma pesquisa realizada no início do projeto, 92% dos alunos consideram o conteúdo dos aplicativos mais importantes e outros 34%, atividades inclusas aos conteúdos. Sendo assim, as aulas foram trabalhadas em cima de pequenos textos e perguntas logo após cada tema, criando algo lúdico.

Para cada resposta correta é exibida uma mensagem de sucesso, conforme apresentado na Figura 4 e, em caso da resposta incorreta, é exibida uma mensagem com o motivo da resposta estar errada, como visto na Figura 5.

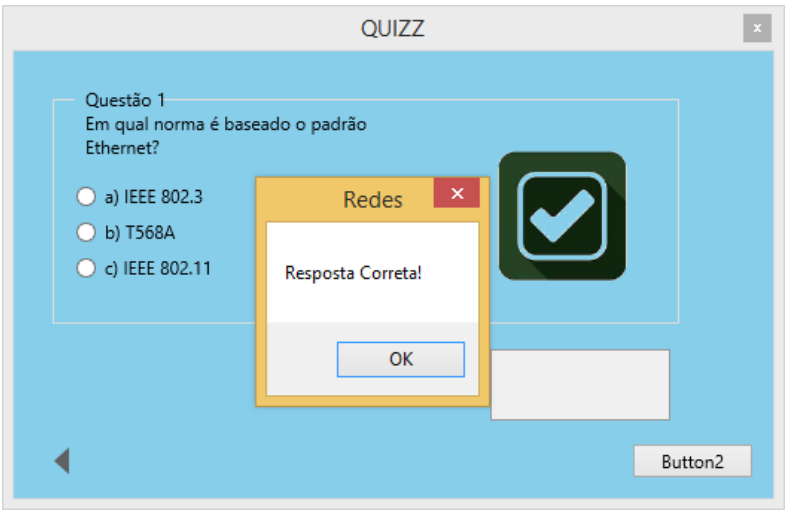


Figura 4: *Quizz* com resposta

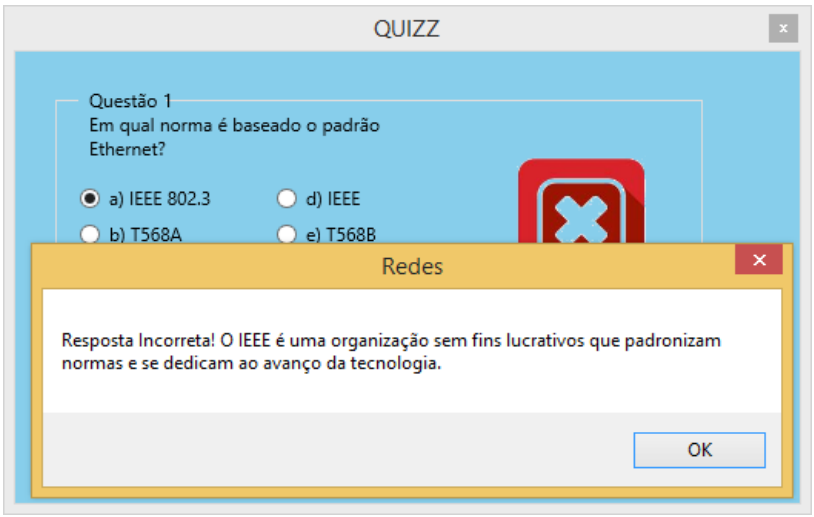


Figura 5 – *Quizz* com resposta incorreta

As figuras 6 e 7 mostram o aplicativo em um *smartphone* Android. Outra tela de conteúdo é exemplificada assim como seu questionário ao final do tema estudado.

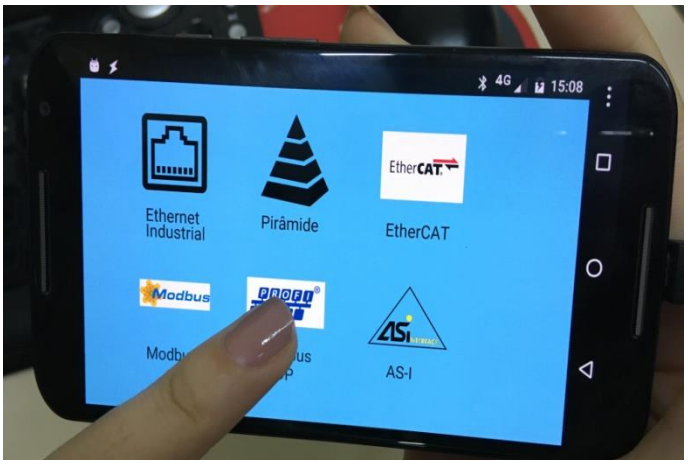


Figura 6 – Aplicativo em celular Android

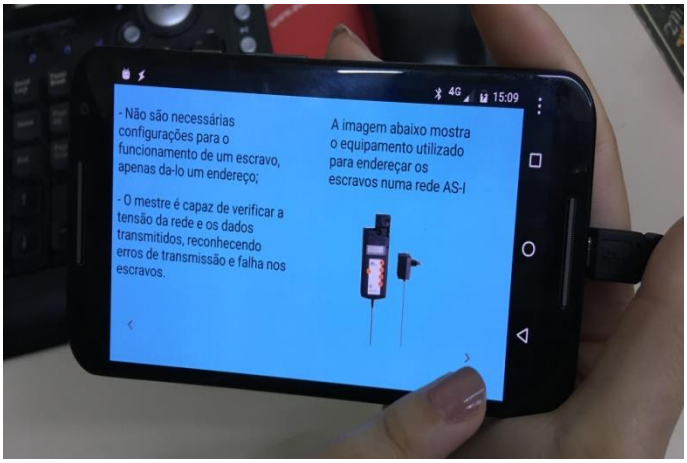


Figura 7: Conteúdo AS-I

2.3.1 Tópicos abordados no Objeto de Aprendizagem

As Figuras 1 (a), 1 (b), 2, 3, 4, 5, 6 e 7 apresentaram exemplos de assuntos estudados e avaliados no OA. Porém, outros conteúdos foram abordados tais como: Histórico da Ethernet, funcionamento, CSMA/CD, métodos de transmissão, *frame ethernet*, *firewall*, histórico da ethernet industrial, pirâmide da ethernet industrial, EtherCAT, Profibus DP, Modbus e AS-I.

2.4 Resultados

Foi compilado o *software* em fase beta para que alguns estudantes e profissionais da área pudessem avaliá-lo. Junto ao arquivo executado, foi enviado para cada participante um formulário para ser realizado após o uso do objeto de aprendizagem.

Vale lembra que no início do projeto, foi feito uma enquete para saber do conhecimento de um grupo de alunos e o que eles achariam interessante para ser estudado dentro do tema de Redes.

De acordo com o questionário realizado antes do desenvolvimento do objeto de aprendizagem, 60% dos alunos apenas, disseram que já utilizaram algum aplicativo para fins e estudos, como mostrado na Figura 8 (a). A Figura 8 (b) ilustra que 54% dos alunos consideram baixo seu conhecimento sobre Ethernet, com apenas 2% classificando-o como alto, considerando ainda que, 48% dos alunos disseram que a Ethernet está inserida em seu meio de trabalho, exibido na figura 9.



(a) (b)

Figura 8 – Gráficos obtidos a partir do formulário realizado antes do início do desenvolvimento do aplicativo

Figura 9 – Gráfico obtido a partir do formulário realizado antes do início do desenvolvimento do aplicativo

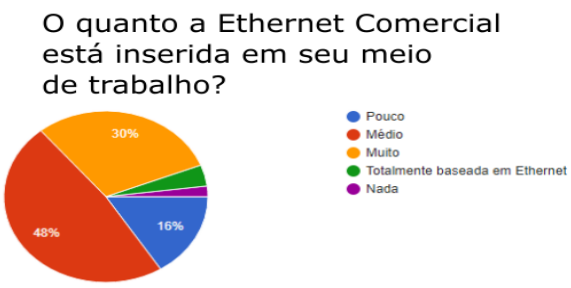
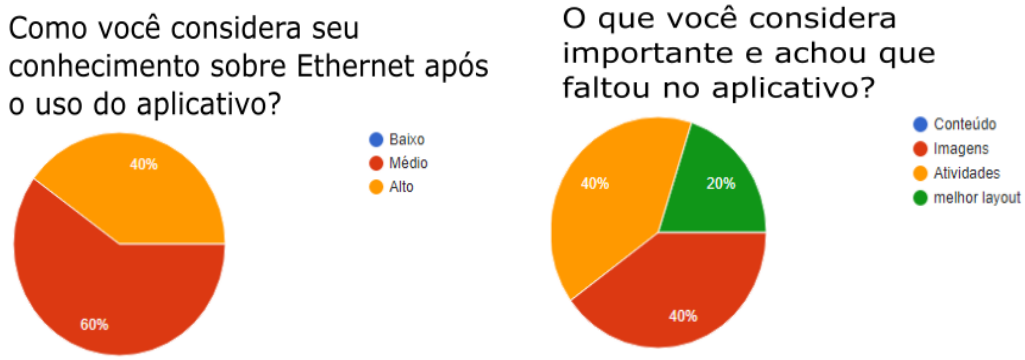


Figura 9 – Gráfico obtido a partir do formulário realizado antes do início do desenvolvimento do aplicativo

Logo após o estudo desse formulário e o desenvolvimento do projeto, outro questionário foi realizado e aplicado em um pequeno grupo de cinco pessoas, para observação do primeiro contato delas com o aplicativo.

A Figura 10 (a) mostra que dentre os participantes que experimentaram a versão beta do aplicativo, 60% consideraram que o conhecimento sobre Ethernet subiu para o nível Médio, enquanto anteriormente mais da metade dos alunos estava considerando seu conhecimento em um nível baixo.

Dentre os assuntos abordados na versão beta, 40% dos participantes consideram que poderia ter mais atividades, 40% mais imagens e 20% consideram que o aplicativo pode ter um melhor leiaute, como pode ser visto na Figura 10 (b).



(a) (b)

Figura 10 – Gráficos obtidos a partir do formulário realizados após os testes iniciais do aplicativo

Ao término dos testes, a Figura 11 exibe que 100% dos participantes classificaram a experiência como ótima e deixaram algumas sugestões de assuntos para a próxima versão, como Profibus PA, cabeamento estruturado e inclusão de mais jogos no aplicativo.



Figura 11 – Gráfico obtido a partir de formulário realizado após testes iniciais do aplicativo.

Notou-se assim, um bom nível de aceitação do objeto de aprendizagem por parte dos alunos, onde, 100% afirmaram que recomendariam o aplicativo e o incluiriam em seus métodos de estudo.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos dos objetos de aprendizagem disponíveis, não interligam os campos da educação e ciência da computação trazendo recursos pouco utilizáveis, e não visando a real necessidade do usuário final.

O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um OA para auxiliar nos estudos de alunos de Pós-Graduação nas áreas de tecnologias, sendo assim, foi desenvolvida uma versão beta do material para os testes iniciais em dispositivos Windows e Android.

Os softwares desenvolvidos foram avaliados e testados, sempre acompanhando e mudando seu conteúdo conforme as necessidades de seus usuários, baseado nos formulários preenchidos no início do processo.

Ferramentas desse tipo podem ser utilizadas em qualquer área da educação e nível de ensino, não apenas em Redes, pois a ideia é aumentar a interação dos alunos com o professor, dando um rendimento maior a aula e incentivando-os.

Desta forma, como trabalhos futuros, é possível desenvolver outros formatos para a ferramenta (para outras disciplinas), mudar o formato dos quizzes e aumentar o número de perguntas, inserindo mais imagens e criando mais atividades lúdicas interagindo com o participante, além disso, pretende-se criar o aplicativo compatível também com a plataforma IOS (iPhone Operating System).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Fabricio Lucas de. **Projeto e Implementação de uma rede AS-Interface.** 2017. 110 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

BRAGA, Juliana. **Objetos de Aprendizagem:** introdução e fundamentos. Santo André: UFABC, 2014. 153 p.

CAPELAS, Bruno. Até o fim de 2017, Brasil terá um smartphone por habitante, diz FGV. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 19, abr. 2017. Disponível em: <http://link.estadao.com.br/noticias/gadget,ate-o-fim-de-2017-brasil-tera-um-smartphone-por-habitante-diz-pesquisa-da-fgv,70001744407>. Acesso em: 19 abr. 2017.

EVANS, Dave. The internet of things: how the next evolution of the internet is changing everything. **Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG)**, 2011. 11 p. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

GARTNER. **Gartner says the internet of things installed base will grow to 26 billion units by 2020**. 2017. Disponível em: <https://www.gartner.com/newsroom/id/3598917>. Acesso em: 28 jul. 2017.

ISHII, M et al. Next generation control system using the ethercat technology. In: **ICALEPCS 2017**, Barcelona, Spain, Oct. 2017. Disponível em: <http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/icalepcs2017/papers/tupha148.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2017

KENSKI, V, M. O ensino e os recursos didáticos em uma sociedade cheia de tecnologias. In: VEIGA, Ilma Passos Alencastro (org.). **Didática:** o ensino e suas relações. Campinas: Papirus, 1997.

MANGUINHO, Diego Alessandro Paiva de Morais. **Sistema de Monitoração de Sensores Inteligentes em rede Foundation Fieldbus para melhoria dos processos de medição e controle na indústria do petróleo.** Natal: UFRN, 2008. Disponível em: <http://www.nupeg.ufrn.br/documentos_finais/monografias_de_graduacao/diegomanguinho.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2017

MATEUS, Marlon de Campos; BRITO, Gláucia da Silva. Celulares, smartphones e tablets na sala de aula: complicações ou contribuições?. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO - EDUCERE, 10., 2011. Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUC Paraná, 2011. p. 9515 – 9523. Disponivel em: <http://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/5943_3667.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2017

NISHIDA, Adriana K. et al. Jogo educacional sobre consumo de energia elétrica. **In: XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, [s.l.], p.667-676, 3 nov.

2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2014.667>. Acesso em: 10 nov. 2017.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar:** convite à viagem. Porto Alegre: ArtMed, 2000.

ROCHA, Leandro Pohlmann. **Sistema embarcado de comunicação em ambiente corporativo de fábrica.** 2015. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2015.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores.** 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

TELECO. **Estatísticas de Celulares no Brasil.** 2017. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/ncel.asp>. Acesso em: 12 dez. 2017.

TELE SÍNTESE. **Mercado brasileiro de pcs volta a crescer após cinco anos, revela idc.** 2017. Disponível em: <http://www.telesintese.com.br/mercado-brasileiro-de-pcs-volta-crescer-apos-cinco-anos-revela-idc/>. Acesso em: 27 jun. 2017.

TORRES, R. V. **Simulador de redes Profibus**. 2013. 106 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

TREVELIN, A. T. C.; PEREIRA, M. A. A.; OLIVEIRA NETO, José Dutra de. A utilização da "sala de aula invertida" em cursos superiores de tecnologia: comparação entre o modelo tradicional e o modelo invertido "flipped classroom" adaptado aos estilos de aprendizagem. **Revista Estilos de Aprendizagem**, [s.l.], v. 11, n. 12, out. 2013. Disponível em: <http://www2.uned.es/revistaestilosde aprendizaje/numero_12/articulos/articulo_8.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2016.

VALENTE, José Armando. A Comunicação e a Educação baseada no uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. **Unifeso – Humanas e Sociais,** São Paulo, v. 1, n. 1, p.141-166, 2014. Semestral. Disponível em: <http://revistas unifeso.filoinfo.net/index.php/revistaunifesohumanasesociais/article/view/17>. Acesso em: 13 jun. 2017.

WURMAN, R. S. **Ansiedade de informação:** como transformar informação em compreensão. São Paulo: Cultura, 1991.

DESIGN AERODINÂMICO DE PÁS DE TURBINAS EÓLICAS POR *SOFTWARE* CFD

Fernando Simplicio de Sousa[1]

RESUMO

Em projetos de aerodinâmica de turbinas eólicas é comum utilizar *softwares* CFD - (Dinâmica de Fluídos Computacionais) para simular o escoamento do fluído (ar) e encontrar os diferentes pontos de pressão, velocidade e de temperatura distribuídos sobre as superfícies da turbina. Por meio desses *softwares* é possível configurar modelos de escoamento, com nível de aproximação aceitável de acordo com critérios mínimos de aprovação, com recursos computacionais de simulação acessíveis, evitando assim resolver sistemas complexos que modelam o movimento de fluídos baseados em equações derivadas parciais, não lineares e com não linearidades. Entretanto, o uso desses *softwares* não garante resultados 100% realistas, pois partem normalmente de dados de entrada aproximados, o escoamento pode envolver fenômenos que ainda não são perfeitamente representados pelas atuais teorias cientificas (e.g: turbulência), etc. Este trabalho de pesquisa tem por objetivo analisar diferentes trabalhos de pesquisa sobre modelagens de pás de turbinas eólicas por meio de *softwares* CFD a fim de apresentar um resumo de quais técnicas, modelos matemáticos ou métodos numéricos foram aplicados no *software* CFD para o dimensionamento e projeto de aerodinâmica.

Palavras-chave: Turbina eólica. CFD. ANSYS CFX.

1. INTRODUÇÃO

Existem problemas de engenharia que podem ser resolvidos por métodos matemáticos, que se dividem em soluções analíticas, resolvidas por equações que representam o fenômeno real, soluções baseadas em análise numéricas, resolvidas por meio de algoritmos, e por métodos experimentais, resolvidas por experimentos realizados em laboratórios e em campo.

[1] Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do ABC (UFABC) - Professor na área de Sistemas Embarcados pela Faculdade Senai Anchieta SP - E-mail: f.simplicio@ufabc.edu.br

Um problema de engenharia realizado por meio de métodos analíticos resulta em uma solução numérica, continuas sobre o domínio e partem de soluções fechadas geralmente restrito a problemas lineares de geometria e condições de contorno simples. Em contrapartida, um problema de engenharia realizado por meio de métodos numéricos pode manipular diferentes geometrias e condições de contorno e produzir simulações de riscos (explosões, radiação) de difícil resolução por meio de métodos analíticos.

Um problema de engenharia realizado por meio de experimentos trabalha com a reprodução das configurações reais e geralmente não faz uso de modelos matemáticos. Entretanto, em alguns casos, não é possível sua realização, devido as dificuldades na reprodução das condições reais dos experimentos devido às questões de segurança, físicas, tecnológicas, dificuldades de medições ou por custos elevados.

A Dinâmica de Fluídos Computacionais (CFD) é uma área do conhecimento que trata de solução de problemas de dinâmica dos fluídos através de métodos numéricos e pode ser utilizada para predição de velocidade, pressão, temperatura e transferência de calor e massa em aplicações que envolvem aerodinâmicas, meteorologia, turbo-máquinas (e.g: turbinas eólicas) e motores.

Conforme o autor em (VERSTEEG e MALALASEKERA, 2007), a CFD é a arte de substituir as equações integrais ou em derivadas parciais em um sistema de equações algébricas tendo como incógnitas os valores da variável de escoamento em pontos nodais. As equações algébricas são resolvidas usando um computador.

O dimensionamento da aerodinâmica de uma turbina eólica (e.g: projeto das pás) assim como a análise do comportamento do vento em uma região, estudos necessários para implantação de um parque eólico, envolvem a CFD. A CFD vem a ser uma excelente alternativa nos casos em que fazer medições em campo, envolvendo aquisições e tratamento de dados, demandariam tempo e custos adicionais.

As soluções de problemas que envolvem CFD podem ser simplificadas e obtidas por meio de *softwares* de simulação de fluídos. Um exemplo é o *software* ANSYS Fluent (WORKBENCH, Ansys), que se trata de um *software* de simulação de fluídos com suporte a configurações por meio de ferramentas gráficas e simulações feitas em 3D. Neste *software* é possível determinar se o modelo de escoamento é laminar ou turbulento, compressível ou incompressível, se a viscosidade e condutividade térmica dependem das variáveis da pressão e temperatura, etc. O principal objetivo da simulação é que o

computador forneça os valores numéricos das variáveis de escoamento (pressão, velocidade, temperatura) em cada pontos nodais da malha.

A Figura 1 apresenta os passos aplicados para resolução de problemas de CFD.

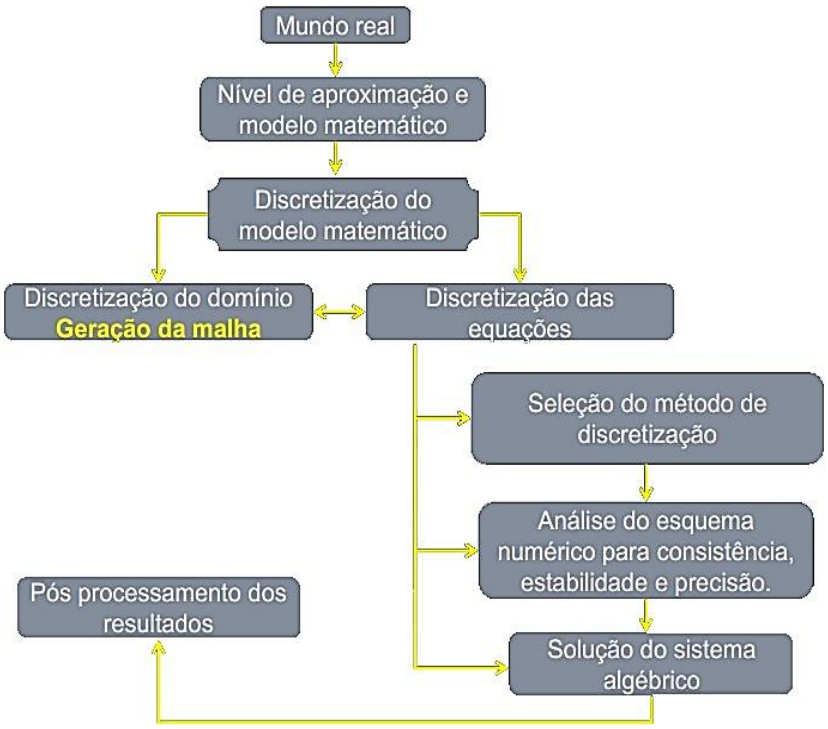


Figura 1 – Etapas para resolução de problemas de CFD.

Primeiramente, o problema de fenômeno real (observado na natureza) é representado em um nível de aproximação e modelo matemático. Em seguida é realizada a discretização do modelo matemático em malha e/ou equações. A precisão dos resultados de uma simulação por CFD é extremamente dependente das propriedades e qualidade da malha.

2. ANÁLISE DE PROJETOS

No trabalho de pesquisa referenciado em (CHANDRALA ET AL., 2013), o autor realizou uma análise de uma turbina eólica Savonius (VAWTs) por meio de *software* CFD. As turbinas eólicas de eixos verticais Savonius possuem vantagens frente as turbinas eólicas de eixos horizontais HAWTs, pois quase não dependem da direção do vento, podem operar em velocidades dos ventos menores e sua manutenção é simplificada pois o gerador permanece localizado em nível do solo. Outra vantagem destacada pelo

mesmo autor, é que o *design* das pás das turbinas eólicas Savonius são mais fáceis de serem fabricadas, em comparação com as HAWTs.

A Figura 2 (a) apresenta uma turbina eólica de eixo vertical Savonius e (b) apresenta uma turbina eólica de eixo horizontal HAWTs.

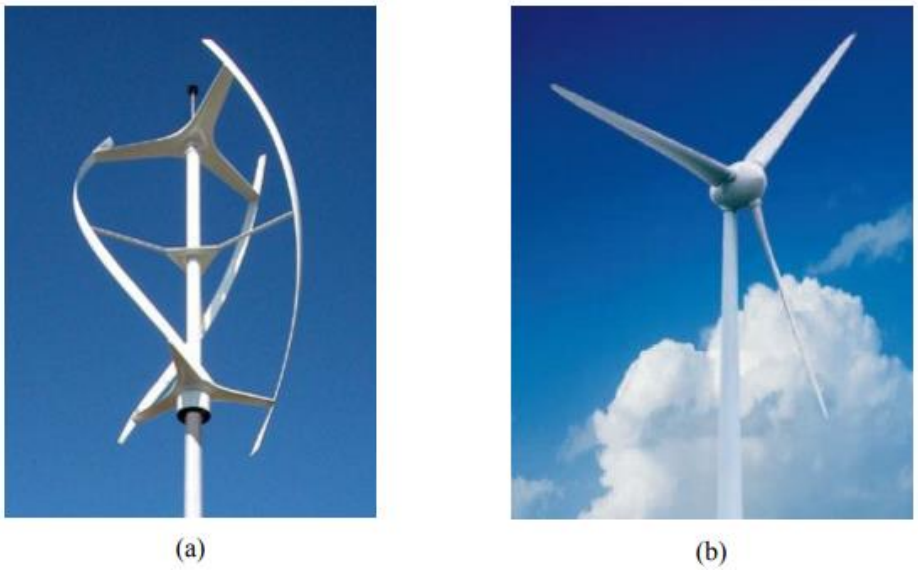


Figura 2 – a) Turbina eólica vertical Savonius; b) Turbina eólica Horizontal (WENZEL, 2008).

Destaca-se como objetivo desta pesquisa obter a probabilidade da velocidade do vento e a potência eólica, realizando medições a cada 10 minutos em média da velocidade do vento, estimar a secção transversal do radar da turbina eólica Savonius e modelar uma turbina eólica Savonius sob condições de vento instáveis usando análise CFD. Para realizar as análises foram utilizados no desenvolvimento dos modelos CFD os *softwares* Comsol Multiphysics 4.3 (ZIMMERMAN, 2006) e o ANSYS Fluent 15.0.

A princípio, os parâmetros que representam as condições instáveis de vento foram aplicados no modelo ANSYS Fluent. A velocidade do vento recebida foi definida como uma função seno e dois conjuntos de valores de frequência reduzida: 0.24, 0.27; e 0,95, 1,08. Verificou-se que, de forma semelhante às condições de vento constante, quando o rotor opera com a Taxa de Velocidade da Ponta (TSR) próximos do ótimo, o coeficiente de potência tende a aumentar. A diferença relativa entre os coeficientes de potência em condições de vento estáveis e instáveis passou a ser de até 17%.

Além das simulações apresentadas, foram feitas análises da aerodinâmica da turbina eólica Sovanius a fim de melhorar sua eficiência por meio do ANSYS Fluent.

Para realizar este ensaio foram feitas, através dos modelos computacionais, modificações no dispositivo de elevação da turbina Savonius, garantindo um aumento da força de elevação das pás, conforme os resultados apresentados pelas análises das distribuições de pressão ao longo da superfície da pá.

Por meio dos *softwares* Comsol Multiphysics e ANSYS Fluent, foram feitos dois modelos computacionais da turbina, sendo o primeiro com diâmetro do rotor em 0,24 m e o segundo, com diâmetro de 1 m e escolhido o regime de turbulência k-ω SST (Transferência de Tensão de Cisalhamento) (HANJALI´C e LAUNDER, 1972).

Para validar os modelos computacionais, foram feitos ensaios experimentais em campo e suas medições foram comparadas. Esta comparação mostrou concordância razoavelmente boa em ampla gama de TSR. Portanto, as verificações dos modelos computacionais podem contribuir para o conhecimento disponível sobre análise CFD.

No trabalho de pesquisa referenciado em (SINGH ET AL., 2013), o autor faz uma análise de três diferentes métodos para melhorar a eficiência e a força das pás de uma turbina eólica. Na introdução do trabalho, o autor informa que, em uma turbina eólica, a pá é um componente muito importante, já que a extração de energia do vento depende principalmente da estrutura da pá. Como o vento é de natureza altamente variável e de baixa densidade de ar, para aumentar a eficiência energética da turbina eólica, passa a ser necessário o aumento das áreas de superfícies das pás.

Conforme o mesmo autor, existem vários métodos para projetar o perfil da pá de uma turbina eólica, dentre esses encontra-se o método de elementos finitos (FEM), os métodos de elementos de pá (BEM), e os CFD, sendo esse último utilizado para predição de aerodinâmica e características de carga da pá da turbina eólica.

O método FEM é usado principalmente para prever o comprimento da corda e a espessura da pá, além de fornecer informações sobre a carga do vento, forças de aerodinâmica e os momentos que atuam sobre a pá. Nesta teoria, a pá é dividida em diferentes elementos menores e cada elemento é analisado para o cálculo da carga do vento. Neste método, todo o corpo é dividido em muitos elementos pequenos e toda seção é analisada quanto ao estresse e as cargas que atuam sobre ele.

O método BEM é muito útil para descobrir as características da pá como o comprimento da corda, o ângulo de torção de uma determinada seção e a velocidade de rotação em número finito de locais ao longo da extensão da pá. Mas, o BEM não é inteiramente exato se os dados para as seções transversais do perfil aerodinâmico usadas

não forem corrigidos para os aspectos rotativos. Esta é a razão pela qual a dinâmica de fluidos computacional (CFD) é usada no desenvolvimento das pás, pois fornece um projeto adequado e preciso.

A Figura 3 apresenta a comparação das forças de arrasto aplicadas em uma pá da turbina eólica por meio da variação da carga do vento, aplicadas no *software* ANSYS.

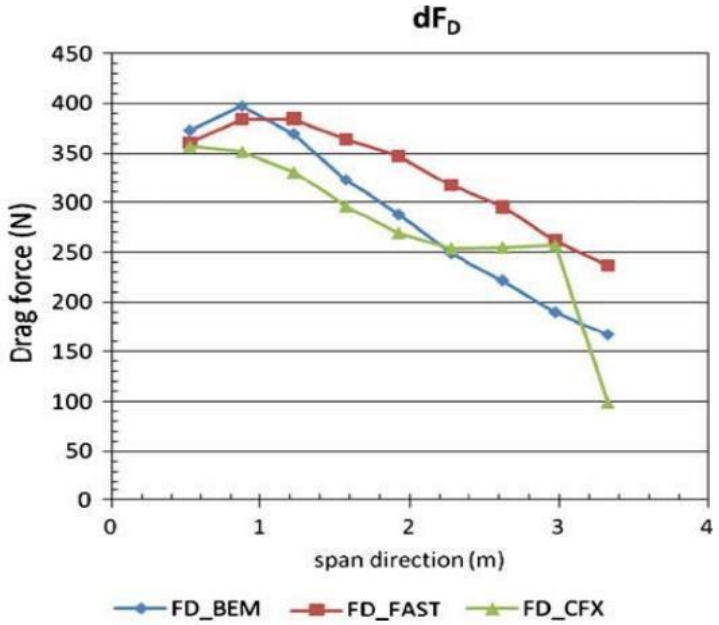


Figura 3 – Comparação das forças de arrasto em função da variação da carga do vento em diferentes métodos numéricos aplicados em *software* ANSYS (SINGH ET AL., 2013).

Verificou-se que o modelo de cálculo de CFX é mais próximo do caso real, mas requer grandes dados iniciais para a aplicação de condições de contorno, onde, como a teoria BEM é simples e fornece valor de cargas de vento com precisão razoável. Assim, o método BEM pode ser usado efetivamente para calcular cargas de vento.

Neste outro trabalho de pesquisa (VASJALIYA e GANGADHARAN, 2013), o autor apresenta um complexo processo multidisciplinar aplicado a projetos de pás de turbinas eólicas com o objetivo de obter um *design* de pá estruturalmente otimizado com uma distribuição ideal da espessura da pá e de potência máxima, sem comprometer seu desempenho aerodinâmico. Inicialmente foi escolhido o modelo de pás para turbina eólica SERI-8 (LOCKE e HIDALGO, 2002) e aplicado o processo multidisciplinar aplicado para melhoria da aerodinâmica e desempenho.

Para atingir os objetivos, o autor em questão utilizou o *software* CATIA (SYSTEMES, 2013), para o desenvolvimento do perfil aerodinâmica das pás da turbina

eólica, e o *software* ANSYS Fluent para as análises CFD. Nas simulações de CFD foram escolhidos os modelos de turbulência k-*epsilon* e k-ω, SST e feitos estudos em 3-D da aerodinâmica e analise estrutural das pás.

Como resultado, o desempenho aerodinâmico do *design* da pá da turbina eólica proposta foi otimizado e melhorado em cerca de 4%, em comparação com o projeto de linha de base SERI-8. Além disso, foram observados no projeto proposto redução de 23,67% de massa, redução de custos de 27,25%, redução de deformação máxima de 19,98% e redução máxima de estresse de 12,35%.

Na pesquisa (CHANDRALA ET AL., 2013), o autor fez uma análise CFD do perfil aéreo da pá para turbina eólica HAWT NACA 0018 (GERAKOPULOS ET AL., 2010) a uma velocidade de vento de 32 m/s. A modelagem da pá inicialmente foi desenvolvida no *software* SolidWorks (WORKS, CAD Solid, 2018) e futuramente importada para o *software* ANSYS Fluent para realização de ensaios de CFD.

O modelo de turbulência escolhido pelo autor é o K-epsilon, por ser um dos modelos mais comum. Para o fluido de ar foi considerado sendo de gás ideal. O domínio foi considerado como estacionário, o modelo de transferência de calor foi definido como energia total e a pressão de saída igual a pressão atmosférica.

Por meio do *software* ANSYS Fluent foram obtidos, após processamento de geometrias, a temperatura, pressão, velocidade, torque e a potência aplicada sobre a superfície da pá em estudo. As velocidades da pá foram obtidas para os ângulos de 0°, 10°, 15° e 30° e a potência em watts foi calculada.

Para tornar o experimento ainda mais realista, foi montado um túnel de vento para análise da aerodinâmica da pá NACA 0018 (de tamanho reduzido). Após os ensaios experimentais no túnel de vento, os resultados foram comparados com os obtidos via ANSYS Fluent.

Na conclusão da pesquisa, o autor destaca que o valor ótimo da pressão de contorno foi alcançado em um ângulo de pá 10 º para a velocidade do vento de 32 m/s. A Figura 4 apresenta o resultado do ensaio para o ângulo da pá em 10°.

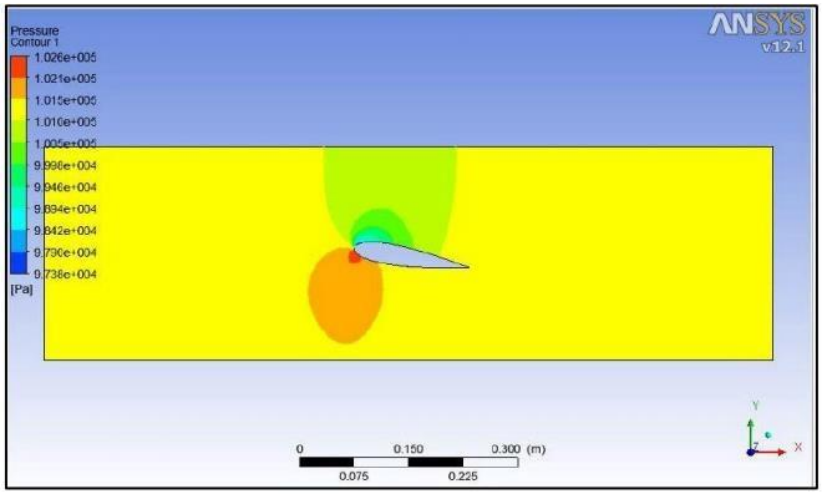


Figura 4 – Pressão de contorno da pá à 10° (CHANDRALA ET AL., 2013).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para obter a máxima eficiência das turbinas eólicas, são investigados novos perfis aerodinâmicos aplicando o estudo CFDs.

Neste trabalho foi visto que há vários métodos para o *design* aerodinâmicos das pás e turbinas eólicas. Os *softwares* CFD são ferramentas para a análise aerodinâmica mais efetiva que estão sendo utilizados atualmente. Entretanto, alguns cuidados devem ser tomados ao aplicar a CFD pois, devem ser de conhecimento os fenômenos físicos envolvidos, adequados os modelos matemáticos e métodos numéricos aplicados.

REFERÊNCIAS

CHANDRALA, Monir; CHOUBEY, Abhishek; GUPTA, Bharat. **CFD analysis of horizontal axis wind turbine blade for optimum value of power**. International Journal Of Energy And Environment, v. 4, n. 5, p. 825-83, 2013.

GERAKOPULOS, Ryan; BOUTILIER, Michael; YARUSEVYCH, Serhiy. **Aerodynamic characterization of a NACA 0018 airfoil at low Reynolds numbers**. In: 40th Fluid dynamics conference and Exhibit. 2010. p. 4629.

HANJALIĆ, K.; LAUNDER, B. E. **A Reynolds stress model of turbulence and its application to thin shear flows**. Journal of fluid Mechanics, v. 52, n. 4, p. 609-638, 1972.

LOCKE, James; HIDALGO, Ivan Contreras. **The implementation of braided composite materials in the design of a bend-twist coupled blade**. Sandia National Laboratories, 2002.

SINGH, Vipin Kumar; THOMAS, Tiju T.; WARUDKAR, Vilas. **Structural Design of a Wind Turbine Blade: A Review**. International Journal of ChemTech Research, v. 5, n. 5, p. 2443-2448, 2013.

SYSTEMES, Dassault. Dymola. **URL http://www. 3ds. com/products-services/catia/products/dymola**, software, 2011.

VASJALIYA, Naishadh G.; GANGADHARAN, Sathya N. **Aero-structural design optimization of composite wind turbine blade**. In: Proceedings of the 10th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimization Accessed July. 2013. p. 2014.

VERSTEEG, Henk Kaarle; MALALASEKERA, Weeratunge. **An introduction to computational fluid dynamics: the finite volume method**. Pearson Education, 2007.

WENZEL, Guilherme München. **Projeto aerodinâmico de pás de turbinas eólicas de eixo horizontal**. Revista da Graduação, v. 1, n. 1, 2008.

WORKBENCH, Ansys. **Platform for Advanced Engineering Simulation: http://www. ansys.com**. 2018.

WORKS, CAD Solid. **Disponível em: http://www. solidworks. com**. Acessado por último em 1 de agosto de 2018.

ZIMMERMAN, William BJ. **Multiphysics modeling with finite element metho**ds. World Scientific Publishing Company, 2006.

DIFERENÇAS ENTRE OS RESULTADOS DE MEDIÇÕES EM FUNÇÃO DO COMPRIMENTO DAS HASTES E DIÂMETROS DAS PONTAS APALPADORAS

João Carlos Eduardo Guassi [1]
Claudionilson Ribeiro Alves [2]
Wallyson Thomas Alves da Silva [3]
Marcus Vinicius Begossi [4]

RESUMO

Esta pesquisa visa estudar a interferência do diâmetro das pontas apalpadoras, assim como o comprimento da sua haste, uma vez que, quanto mais longe a ponta apalpadora estiver do sensor eletrônico, mais impreciso é o valor resultante dessa medição. Portanto, a questão que norteia o desenvolvimento desse artigo é: o diâmetro e o comprimento da haste da ponta apalpadora, interferem no resultado de uma determinada medida? Uma vez respondida esta questão norteadora, pode-se considerar que esta pesquisa sirva de base para novos estudos nessa área, uma vez que a mesma possui vasta gama de questões técnicas à serem estudadas. O procedimento metodológico utilizado no desenvolvimento dos estudos e pesquisas que resultaram neste artigo, baseia-se primariamente na utilização de uma Máquina de Medir Coordenadas Tridimensionais. Afim de identificar as diferenças entre as pontas de medição e seus respectivos comprimentos, foi realizada uma série de medições em uma determinada peça com diferentes configurações de ponta, sendo apenas uma medição para cada configuração. Nesta tabela pode-se observar que, embora as medições tenham sido feitas no mesmo ponto da peça, em função do diâmetro e do comprimento da haste da ponta, os diâmetros medidos apresentam considerável diferença que se sobrepõe ao erro de medição inerente da máquina em questão, e que alcança um desvio-padrão na casa de 15 micrometros. Tomando por base as informações levantadas durante os estudos e pesquisas realizadas para a elaboração deste artigo, conclui-se que existe uma interferência direta do comprimento da haste e do diâmetro da ponta apalpadora da máquina tridimensional nas medições realizadas, e que esta interferência deve ser levada em consideração.

Palavras-chave: Incerteza de Medição, Pontas Apalpadoras, Máquina Tridimensional.

[1] E-mail: joao.guassi@sp.senai.br
[2] E-mail: rclaudionilson@gmail.com
[3] E-mail: wallyson.silva@sp.senai.br
[4] E-mail: mbegossi@sp.senai.br

1. INTRODUÇÃO

Nos primórdios da era capitalista, impulsionada pela revolução industrial, onde a produção de bens de consumo se tornou a principal fonte de riquezas das novas classes burguesas, surgiu junto com a produção e por sua consequência, a necessidade de controle da qualidade dos produtos manufaturados. O recém-nascido controle de qualidade nos seus primeiros anos não era tão rigoroso, pois a produção e a sua demanda eram intensas e contínuas, e pouco importava um ou outro produto fora da especificação, ou mesmo um cliente insatisfeito não decretaria o fim da vida daquele produto e, ainda mais, daquela determinada empresa.

Com a evolução da tecnologia, dos processos fabris e, principalmente da sociedade e o surgimento da concorrência, o controle de qualidade foi ganhando espaço no chão de fábrica até o ponto de se tornar um ditador sobre as linhas de produção, tendo o poder de modifica-la, ou mesmo pará-la quando se fizer necessário, com o intuito de garantir a integridade dos produtos e a felicidade dos clientes. Dado esse quadro, fica lógico que existe uma certa preocupação, por parte dos engenheiros, em manter uma busca constante de novas tecnologias, afim de aprimorar a precisão dos processos de controle de qualidade, principalmente no tocante ao levantamento de medidas precisas de certos produtos e/ou peças.

Nos últimos 50 anos, o surgimento de aparelhos eletrônicos cada mais precisos e tecnologias diversas como o laser, propiciaram um desenvolvimento rápido dos instrumentos de medição e calibração. Um desses instrumentos é a máquina de medir coordenadas tridimensionais, conhecidas simplesmente pela sigla MMC. As MMC's hoje em dia possuem vários tamanhos e capacidades de medição, além da precisão das medidas efetuadas, dos desvios e das incertezas de medição. Apesar de toda a tecnologia, dos processos constantemente verificados e da calibração certificada e rastreável, a medição de uma peça na MMC ainda está suscetível a vários aspectos que fogem ao controle ou previsão dos engenheiros ou dos próprios técnicos operadores das MMC's.

Esta pesquisa visa estudar a interferência do diâmetro das pontas apalpadoras, assim como o comprimento da sua haste, uma vez que, quanto mais longe a ponta apalpadora estiver do sensor eletrônico, mais impreciso é o valor resultante dessa medição. Portanto, a questão que norteia o desenvolvimento desse artigo é: o diâmetro e

o comprimento da haste da ponta apalpadora, interferem no resultado de uma determinada medida? Uma vez respondida esta questão norteadora, pode-se considerar que esta pesquisa sirva de base para novos estudos nessa área, uma vez que a mesma possui vasta gama de questões técnicas à serem estudadas.

2. REVISÃO TEÓRICA

Dando sequência a confecção deste artigo, a seguir é apresentado o referencial bibliográfico, o qual serviu de base para as pesquisas, estudos e fonte das informações que nortearam e subsidiaram o desenvolvimento deste.

2.1. Tridimensional

As máquinas de medir coordenadas tridimensionais (vide figura 1) funcionam utilizando um sistema de coordenadas com base em um plano tridimensional, que por sua vez possui três eixos perpendiculares entre si, são eles: o eixo X, o eixo Y e o eixo Z, sendo X e Y duas coordenadas no plano e Z a altura com relação ao plano. Dessa forma, pode-se indicar precisamente a posição de qualquer ponto dentro desse espaço tridimensional, comparando as coordenadas obtidas com as coordenadas de um ponto já conhecido. Esses dados são transmitidos para um computador, que processa as coordenadas e calcula as dimensões da peça inspecionada.

As máquinas de medição tridimensional são compostas basicamente por uma superfície de base extremamente plana, paralela aos eixos X e Y e perpendicular ao eixo Z. Nessa mesa tem um conjunto de braços que movimentam um sensor (ponta apalpadora) nos três eixos do espaço tridimensional. Esse sensor é a parte da máquina que obtém as coordenadas das superfícies a serem medidas e pode ser um sensor mecânico, eletrônico ou mesmo óptico.



Figura 1 – Máquina de medir coordenadas tridimensionais

2.2. Ponta apalpadora

A ponta apalpadora é a parte do sistema de medição que entra em contato com a peça, deslocando o mecanismo do apalpador. O sinal gerado possibilita a medição. A característica a ser inspecionada determina o tipo e o tamanho da ponta utilizada. Em todos os casos, a rigidez da ponta e a esfericidade de sua esfera são características fundamentais. A boa medição depende em grande medida da capacidade da ponta do apalpador de acessar a característica avaliada e manter a exatidão no ponto de contato.

Ao iniciar as medições, é absolutamente crucial calibrar com precisão as pontas apalpadoras para todos os seus procedimentos de medição. Para obter bons resultados devem ser determinadas as dimensões efetivas das pontas apalpadoras, estes valores são armazenados no processador de dados da máquina. No caso de MMC's, isto pode envolver a calibração de várias pontas apalpadoras, frequentemente em múltiplas orientações. A posição das pontas com esfera individuais e seus diâmetros são determinados utilizando um programa especial de calibração das pontas. É efetuado o contato de um ponto de referência com todas as pontas utilizadas, uma após a outra. A referência utilizada usualmente é uma esfera extremamente precisa, com diâmetro conhecido (denominada esfera de referência). As dimensões exatas da esfera a ser calibrada são inseridas no software de medição.

Materiais utilizados na fabricação de pontas apalpadoras (vide figura 2) para máquina de medir por coordenadas tridimensionais podem ser: Rubi, Nitreto de Silício e Zircônia. Já os materiais das hastes presentes nas pontas apalpadoras podem ser: Aço, Carbeto de Tungstênio, Cerâmica, Fibra de Carbono, Alumínio e Titânio.



Figura 2 – Pontas apalpadoras para tridimensionais

2.3 Incerteza da medição

A Incerteza da medição é um parâmetro associado ao resultado da medição, que caracteriza a dispersão de valores que podem ser atribuídos ao mensurando. Ao relatarmos o resultado da medição de uma grandeza física é obrigatório que seja dado alguma indicação quantitativa da qualidade do resultado, de tal forma que aqueles que utilizam o resultado da medição possam avaliar sua confiabilidade. Sem essa indicação, os resultados da medição não podem ser comparados, sejam entre eles mesmos ou com valores de referência fornecidos em uma especificação ou norma, portanto, é necessário que haja um procedimento implementado de fácil compreensão e de aceitação geral para caracterizar a qualidade do resultado da medição, isto é, para avaliar e expressar sua incerteza.

3. METODOLOGIA

O procedimento metodológico utilizado no desenvolvimento dos estudos e pesquisas que resultaram neste artigo, baseia-se primariamente na utilização de uma Máquina de Medir Coordenadas Tridimensionais. Neste caso, a máquina tridimensional modelo Crysta-Apex C574, foi disponibilizada pela Escola e Faculdade SENAI "Roberto Mange".

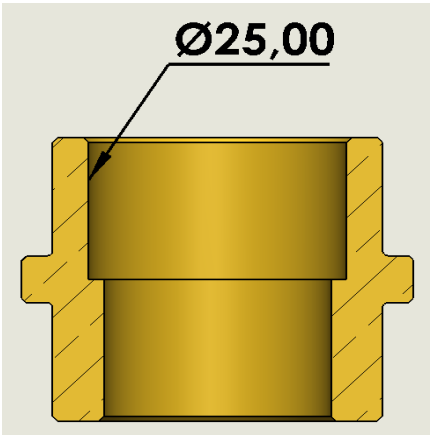
Afim de identificar as diferenças entre as pontas de medição e seus respectivos comprimentos, foi realizada uma série de medições em uma determinada peça (vide figura 3) com diferentes configurações de ponta (vide tabela 1), sendo apenas uma medição para cada configuração. Os resultados se encontram tabelados no próximo tópico.



Figura 3 – Peça utilizada para estudo – Fonte: (Autores)

Para facilitar o processo de levantamento de medidas, foi escolhido um diâmetro interno com a medida de 25,00mm (vide figura 4). As pontas apalpadoras "tocaram" os pontos no diâmetro referido à 5,2 mm de profundidade, com referência a face superior.

Figura 4 – Posição de medição – Fonte: (Autores)



4. RESULTADOS

A seguir é apresentada a tabela de resultados (tabela 1) que foi gerada durante a série de medições na peça mencionada anteriormente. Nesta tabela pode-se observar que, embora as medições tenham sido feitas no mesmo ponto da peça, em função do diâmetro e do comprimento da haste da ponta, os diâmetros medidos apresentam considerável diferença que se sobrepõe ao erro de medição inerente da máquina em questão, e que alcança um desvio-padrão na casa de 15 micrometros.

PONTA	DIÂMETRO	Z	COMPRIMENTO	COMPRIMENTO DE GIRO	DIÂMETRO MEDIDO
1	1,997	0	20 mm	131,00 mm	25,026
2	1,994	39,957	20 mm	171,00 mm	25,039
3	3,953	50,063	60 mm	181,00 mm	25,001
4	3,996	40,19	60 mm	171,00 mm	25,041
5	2,993	40,059	70 mm	171,00 mm	25,037
				MÉDIA	**25,029**
				DESVIO PADRÃO	**0,015**

Tabela 1 – Resultados obtidos nas medições – Fonte: (Autores)

Aprofundando um pouco mais a observação e a ponderação sobre a tabela de resultados da mediação, nota-se que não existe uma relação direta entre os diâmetros das pontas utilizadas com o desvio observado no diâmetro medido na peça, e seguindo esta mesma linha de raciocínio, observa-se também, que não existe nenhuma relação entre o comprimento da haste da ponta de medição e os desvios apresentados nos diâmetros medidos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tomando por base as informações levantadas durante os estudos e pesquisas realizadas para a elaboração deste artigo, conclui-se que existe uma interferência direta do comprimento da haste e do diâmetro da ponta apalpadora da máquina tridimensional nas medições realizadas, e que esta interferência deve ser levada em consideração, pois a mesma sobrepõe os valores de incertezas das máquinas e, sobretudo, interferem na interpretação das medidas de uma peça e consequentemente a análise da sua qualidade e funcionalidade. Por fim, coloca-se aqui que a questão norteadora posta na introdução desse artigo, encontra-se respondida com satisfatória completude.

REFERÊNCIAS

Calibração de pontas. (http://www.renishaw.com.br/pt/calibracao-de-pontas). Acesso: junho de 2018

Como o aparelho tridimensional funciona. (http://braniva.com.br/servicos/medicao-tridimensional/). Acesso: junho de 2018

Incerteza de Medição. (http://www.portalaction.com.br/incerteza-de-medicao/fundamentos-do-calculo-de-incerteza-em-medicao). Acesso: junho de 2018

Incerteza de Medição. (http://www.portalaction.com.br/incerteza-de-medicao). Acesso: junho de 2018

EFEITO DA ADIÇÃO DE AGENTE COMPATIBILIZANTE NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE BLENDA DE ABS/TPU

Rodrigo Sousa Freitas[1]
Leandro José dos Santos [2]
Anderson Maia[3]
Edilene de Cássia Dutra Nunes[4]

RESUMO

Blendas desenvolvidas com o copolímero poli(acrilonitrila estireno butadieno) (ABS) e com Poliuretano termoplástico (TPU), foram preparadas com e sem compatibilizante em uma extrusora de rosca dupla nas proporções de 80/20 e 80/20/10, com o intuito de avaliar suas propriedades. As blendas foram caracterizadas mecanicamente por meio de ensaios de tração e dureza. Foi observado que, a concentração de 20% de TPU não alterou significativamente a dureza das blendas com e sem compatibilizante quando comparado ao ABS puro. Foi notado que a resistência à tração diminuiu com a acréscimo de TPU e aumentou com a adição de TPU e agente compatibilizante.

Palavras-chave: Blendas. ABS/TPU. Agente compatibilizante.

1. INTRODUÇÃO

O copolímero ABS tem sua estrutura composta por combinação de meros de acrilonitrila-butadieno-estireno (ABS), um dos polímeros de engenharia mais utilizados, que combina a rigidez do poli(acrilonitrila estireno) (SAN) e a flexibilidade do elastômero polibutadieno (PB), que confere suas amplas propriedades mecânicas e físicas equilibradas (AN *et al*, 2014).

Os TPUs são extensivamente utilizados como elastômeros de alto desempenho e termoplásticos tenazes em uma ampla variedade de aplicações que requerem elevada resistência ao impacto, resistência à abrasão, resistência a óleos e solventes, propriedades de adesão, possibilidade de receber pintura, entre outras (TOLDY *et al*, 2012).

[1] Doutorando em Nanociência e Materiais Avançados pela Universidade Federal do ABC (UFABC) – Coordenador de Engenharia na empresa Petropol. E-mail: rsousafreitas@gmail.com.
[2] Mestrando em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do ABC (UFABC) – Professor no Curso de Tecnologia em Polímeros da Faculdade SENAI de Tecnologia. E-mail: leandro.jose@sp.senai.br.
[3] Doutorando em Materiais e Fabricação Mecânica pela Universidade de Campinas (Unicamp) – Professor no Curso de Tecnologia em Polímeros da Faculdade SENAI de Tecnologia. E-mail: anderson.maia@sp.senai.br.
[4] Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – Professora no Curso de Tecnologia em Polímeros da Faculdade SENAI de Tecnologia. E-mail: edilene.nunes@sp.senai.br.

A mistura física de polímeros (blendas poliméricas) tem sido preferida devido à facilidade de obtenção por equipamentos convencionais e alta produtividade, como também pelo custo reduzido. Blendas poliméricas são formadas com o intuito de aumentar as propriedades dos polímeros promovendo o efeito sinérgico entre os componentes envolvidos na mistura, ou seja, as propriedades da blenda devem ser superiores às dos polímeros puros (matriz e fase dispersa) (GAN; PAUL, 1994; KAMMER, 1983). Um aspecto fundamental na preparação de sistemas multifásicos, de interesse comercial, baseadas em polímeros imiscíveis, é a compatibilidade. Na maioria dos casos, a imiscibilidade e a incompatibilidade de misturas poliméricas trazem algumas vantagens para sistemas de múltiplos componentes, essas fases são de fato desejadas, em muitos casos, uma vez que misturas de polímero-polímero em que cada fase contribui com suas próprias características (GAN; PAUL, 1994; KAMMER, 1983).

Os agentes compatibilizantes têm o objetivo de gerar interações entre as fases imiscíveis, resultando na redução da energia interfacial aumentando a compatibilidade. Existem dois principais tipos de agentes compatibilizantes e geralmente, são encontrados em forma de copolímeros em blocos ou funcionalizados (GAN; PAUL, 1994). Os compatibilizantes copolímeros contêm segmentos que são miscíveis ou quimicamente semelhantes aos dos componentes da mistura (compatibilizante não-reativo) ou promovem a adesão a um dos componentes da mistura (compatibilizante reativo). No caso de compatibilizantes, copolímeros reativos, os segmentos do copolímero são capazes de formar ligações primárias (ligações covalentes) com pelo menos um dos componentes da mistura polímero-polímero. No compatibilizante de copolímero não reativo, os segmentos do copolímero são miscíveis com cada um dos polímeros da blenda (FOLKES; HOPE, 1993; GAN; PAUL, 1994; MOON; RYOO; PARK, 1994).

A interação matriz/fase dispersa tem sido promovida pelo uso de agentes compatibilizantes, como por exemplo etileno metileno acrilato-glicidil metacrilato (EMA-GMA), polietileno octeno (POE) elastômero termoplástico enxertado com GMA, entre vários outros tipos. Desse modo, a modificação das propriedades mecânicas do ABS a partir do TPU foi o objetivo deste trabalho.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os polímeros utilizados foram: ABS Terluran HI-10 fornecido em forma de grânulos pela empresa Basf, índice de fluidez é de 0,65 g/10 min; poliuretano

termoplástico a base de éster (TPU), fornecido na forma de grânulos, marca Thermollan® TS 8005; agente compatibilizante (AC) Fusabond® N493, copolímero de Polietileno graftizado com anidrido maleico (PE-g-AM), fornecido em forma de grânulos, fabricado pela empresa DuPont. A concentração de agente compatibilizante utilizada foi de 10% sobre a segunda fase, ou seja, 10% sobre a concentração em massa de TPU. As formulações são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Formulações de ABS, TPU e ABS/TPU/AC

ABS (%)	TPU (%)	AC (%)
100	0	0
80	20	0
78	20	2

Fonte: elaborada pelos autores

Após o processo de pesagem e desumidificação em uma estufa a vácuo por quatro horas a 80° C, as formulações foram submetidas ao processo extrusão, em uma extrusora dupla rosca corrotacional modular interpenetrante, de marca Coperion e de modelo ZSK18ML com diâmetro de rosca 18 mm, com comprimento de 720 mm e relação L/D de 40, seu controle de dosagem foi feito na própria extrusora, mantendo uma produção média de dois quilogramas por hora (2,0 kg/h) e com velocidade de rotação de rosca de 400 rpm. Após o processo de extrusão, as blendas foram submetidas ao processamento por injeção, em uma injetora de bancada de marca Xplore®, de modelo IM12 para obtenção dos corpos de prova para o ensaio de tração e dureza Shore D, segundo as normas ASTM D 638 e ASTM D2240 respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Resistência à tração

As formulações foram ensaiadas mecanicamente por tração uniaxial e os resultados de tensão máxima tração ($\sigma_{max.}$), módulo elástico (E) e alongamento (ε) para o ABS puro e para as blendas de ABS/TPU e ABS/TPU/AC encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados de resistência à tração ($\sigma_{max.}$), módulo elástico (E) e alongamento na ruptura (ε) para o ABS puro e para as blendas de ABS/TPU e ABS/TPU/AC

Formulações	$\sigma_{max.}$ (MPa)	E (GPa)	ε (%)
ABS puro	34,1±1,4	1,18±0,01	26,9±5,7
80/20	24,5±0,9	0,94±0,01	45,8±5,9
80/20/10	25,5±1,4	1,01±0,00	51,3±6,2

Fonte: elaborada pelos autores

A Figura 1 mostra curvas características que exemplificam o ensaio de tração do ABS puro e das blendas 80/20 e 80/20/10.

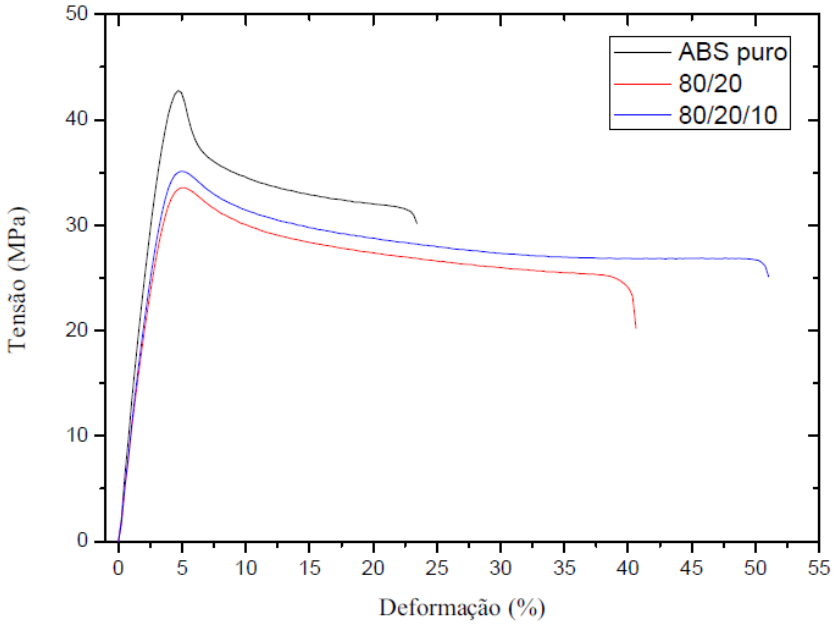


Figura 1 – Curvas de tensão deformação para o ABS puro, e para as blendas 80/20 e 80/20/10

Os resultados apontam que a adição de TPU na matriz de ABS promove a redução da tensão máxima sob tração de aproximadamente 28%, para a blenda não compatibilizada e para blenda compatibilizada de 25%, ou seja, o acréscimo de uma segunda fase flexível diminui a resistência a tração das blendas, quando comparadas ao ABS puro.

Os resultados do módulo de elasticidade (deformação no regime elástico), onde é possível notar que a rigidez, do ABS puro é superior ao das formulações 80/20 e 80/20/10, ou seja, a adição de TPU promoveu redução na rigidez da blenda, como verificado por Castañeda e colaboradores (2010).

Levando em consideração a comparação entre as blendas, é notável que a blenda compatibilizada teve um aumento do módulo de elasticidade, de aproximadamente 7%, ou seja, a adição de agente compatibilizante melhora a interação do ABS com o TPU, tornando o material mais tenaz, provando que o agente compatibilizante promove o sinergismo de propriedade.

O resultado de alongamento, aponta que o ABS puro tem baixa capacidade de deformação sob tração, portanto, a blenda com e sem compatibilizante, mostraram-se mais dúcteis. Estas deformações foram de aproximadamente 70% para a blenda ABS/TPU e de 90% ABS/TPU/AC, respectivamente. A adição de TPU, que é um polímero de altíssimo alongamento (quando submetido ao ensaio de tração), conferiu às blendas com e sem agente compatibilizante maior capacidade deformacional. Na comparação entre as blendas, nota-se que a blenda ternária 80/20/10, deforma cerca de 12% a mais do que a blenda binária 80/20, porém estatisticamente ambos são semelhantes, sendo assim, a adição de agente compatibilizante não influenciou na propriedade.

3.2. Dureza Shore D

Os resultados de dureza Shore D estão disposto no Gráfico 1.

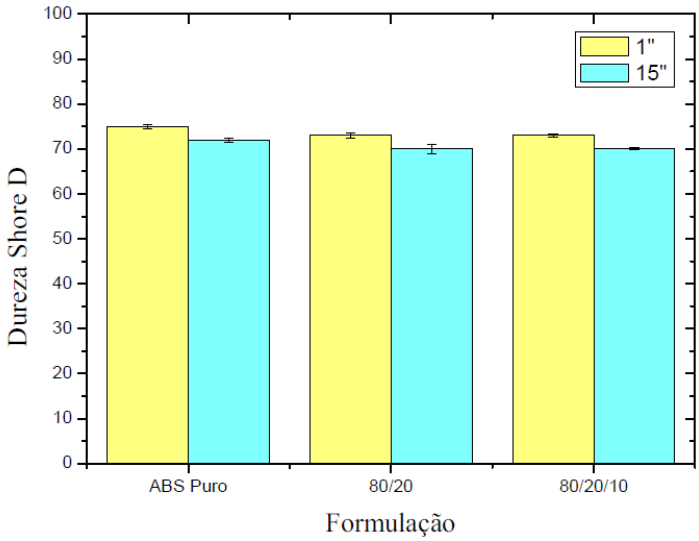


Gráfico 1 – Resultados de Dureza Shore D para o ABS puro e para as blendas de ABS/TPU e ABS/TPU/AC

As blendas desenvolvidas foram analisadas pelo ensaio de dureza Shore D e os resultados instantânea e 15” para o ABS puro e as blendas 80/20 e 80/20/10, são demonstrados de forma comparativa no Gráfico 1, onde é possível verificar as médias e desvio padrão das formulações.

Analisando os resultados de dureza, é possível verificar que a adição de TPU apresentou um decréscimo na propriedade, seja para a dureza instantânea ou para 15”, a adição de agente compatibilizante não apresentou influência na propriedade de dureza. Esta propriedade do TPU não afetou de forma negativa a dureza das blendas de ABS/TPU e ABS/TPU/AC visto que a redução foi de aproximadamente 2,8%.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os resultados de resistência à tração, a concentração de 20% de TPU no ABS, foi o suficiente para a redução desta propriedade e do módulo de elasticidade, o que já era esperado, pois, a flexibilidade do TPU diminuiu a rigidez e aumentou a ductilidade, ou seja, aumentou a capacidade deformacional antes da ruptura. Logo, a interação do ABS e o TPU foi melhorada quando adicionado o agente compatibilizante, que diminuiu a tensão superficial e aumentou a adesão interfacial, aumentando o módulo de elasticidade, tensão máxima e alongamento.

A dureza Shore D das blendas não foi consideravelmente afetada, com a concentração de 20% de TPU na matriz rígida de ABS. Desse modo, é possível afirmar que dependendo da aplicação, é viável a tenacificação do ABS a partir do TPU.

REFERÊNCIAS

AN, J. et al. Characterization of acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) copolymer blends with foreign polymers using fracture mechanism maps. **Polymer Engineering and Science**, v.54. p. 2791-2798, 2014.

CASTAÑEDA, H. et al. Análisis del Módulo Elástico y Resistencia a la Ruptura en Mezclas de Nanocompuestos de ABS/TPU. **Conciencia Tecnológica**, n. 39, p. 5-11, 2010.

FOLKES, M. J.; HOPE, P. **Polymer blends and alloy**. 1. ed. New Delhi: Springer Science+Business Media Dordrecht, 1993.

GAN, P. P.; PAUL, D. R. Interaction energies for blends based on glycidyl methacrylate copolymers. **Polymer**, v. 35, n. 16, p. 3513–3524, 1994.

KAMMER, H. W. Adhesion between polymers. **Acta Polymerica**, v. 34, n. 2, p. 112-118, fev. 1983.

MOON, H.-S.; RYOO, B.-K.; PARK, J.-K. Concurrent crystallization in polypropylene/nylon-6 blends using maleic anhydride grafted polypropylene as a compatibilizing agent. **Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics**, v. 32, n. 8, p. 1427–1435, 1994.

TOLDY, A. et al. Flame retardancy of thermoplastics polyurethanes. **Polymer Degradation and Stability**, v. 97, n. 12, p. 2524-2530, 2012.

ENOBRECIMENTO DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS

Elementos de segurança para o enobrecimento das embalagens flexíveis

Fernando Duran Rosa[1]

Jorge Alexandre de Castro[2]

RESUMO

Este artigo de pesquisa tem como foco a análise da inserção de elementos de segurança em embalagens flexíveis. Como metodologia foram realizados testes em laboratórios, para analisar a vialilidade técnica dos processos. Estes ensaios contemplam desde adequações das imagens até aplicações de novas tecnologias. Juntamente com os testes foram realizadas entrevistas diretas com profissionais das áreas técnica e de gestão, tanto da indústria de embalagens flexíveis como também do ramo de documentos de segurança. O intuito da pesquisa foi determinar possibilidades e analisar a viabilidade dos processos de enobrecimento, podendo assegurar a legitimidade das embalagens flexíveis produzidas. Os resultados obtidos foram conclusivos e mostram possibilidades claras de aplicação do enobrecimeno via elementos de segurança em embalagens flexíveis, mediante a adequação do processos produtivos.

Palavras-chave: Embalagem. Enobrecimento. Viabilidade. Segurança.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com TODESCATT (2015) houve um aumento no número de fraudes em embalagens de alimentos perecíveis no estado de Santa Catarina.

[1] Pós-graduação em Desenvolvimento e Produção de Embalagens Flexíveis na faculdade SENAI de Tecnologia Gráfica, graduado em tecnologia em marketing na Universidade Metodista e técnico gráfico com ênfase em pré-impressão na Escola SENAI Theobaldo De Nigris - Analista de Pesquisa e Desenvolvimento na empresa Thomas Greg & Sons. E-mail: f.duran@uol.com.br

[2] Pós-Graduado em Desenvolvimento e Produção de Embalagens Flexíveis na faculdade SENAI de Tecnologia Gráfica, graduado em química industrial nas Faculdades Oswaldo Cruz, técnico gráfico formado pela Escola SENAI Theobaldo De Nigris - Professor dos cursos de graduação e pós-graduação na faculdade SENAI de Tecnologia Gráfica. E-mail: jorge.castro@sp.senai.br

"Produtos que estavam com prazo de validade vencido tinham os rótulos adulterados para que a mercadoria continuasse nas prateleiras em pequenos estabelecimentos da região" (TODESCATT, JUAN; 2015).

As indústrias de alimentos, cosméticos e higiene pessoal são vítimas de falsários e os números não param de crescer.

> "De acordo com a Polícia Federal, um volume equivalente a R$ 25 milhões em artigos de beleza foi apreendido em 2014. No ano passado, o valor foi 11% maior: R$ 28 milhões. Em 2016, somente em duas operações realizadas na cidade de São Paulo, as autoridades recolheram e destruíram 12 toneladas de produtos ilegais do segmento, quantidade que representa uma perda de mais de R$ 2 milhões à indústria. " (BRASIL BEAUTY NEWS, 2016).

Diante deste cenário, as indústrias estão recorrendo as convertedoras e gráficas de documentos de segurança. Porém é viável a aplicação de elementos de segurança às embalagens flexíveis?

Para o desenvolvimento do artigo, optou-se pela realização de testes nas indústrias, respeitando o limite de cada aplicação, e houve troca de experiências com profissionais conceituados do segmento de tintas, vernizes, hologramas, substratos e fôrmas de impressão. Este artigo científico tem como objetivo determinar a viabilidade da interrelação entre os segmentos de embalagens flexíveis e impressos de segurança. Propõe-se determinar também, com este artigo, além da viabilidade técnica, as diversas aplicações e possibilidades de adaptações dos elementos de segurança em embalagem flexíveis. Tais aplicações vão desde o processo de criação até a pós-impressão.

2. SEGURANÇA NAS EMBALAGENS

O tema segurança em embalagens flexíveis é relevante, porém há discussão em relação a custos e aplicabilidade dos elementos contra fraude em embalagens.

Considerando os avanços relacionados a pré-impressão para embalagens, ao aumento na qualidade da gravação do cilindro anilox, aos diferentes pigmentos de segurança utilizados em tintas líquidas e novas linhas especificas de vernizes e foils com características diferenciadas, pode-se afirmar que é possível o uso de elementos de segurança de forma eficaz neste processo.

Para fabricar impressos de segurança é necessário avaliar as exigências de qualidade de processos, produtos e serviços, o modo como são produzidos, gerenciados e entregues em conformidade com condições de segurança introduzidas em todas as fases da cadeia produtiva, desde os primeiros contatos com o cliente até a pós-venda, passando pelos cuidados com a escolha de quem estará envolvido no processo como um

todo. Porém antes da aplicação de elementos de segurança em embalagens é importante consultar as normas e terminologias disponíveis para este processo (BEBIANO, 2017).

Para análise apresenta-se quatro normas brasileiras (ABNT) referentes aos itens de segurança nas embalagens:

- NBR 15540-2007: Análise de um sistema de segurança – Requisitos
- NBR 15368: Terminologia de elementos para uso em impressos de segurança.
- NBR 15539: Métodos de identificação de elementos de segurança.
- NBR 15540**:** Análise de um sistema de segurança - Requisitos.

Para produzir impressos de segurança, antes de mais nada, é importante entender quais variáveis e riscos na segurança devem ser considerados em relação ao tipo de produto que será embalado (FAGUNDES, 2017).

Para analisar as possibilidades de inserção de elementos de segurança em embalagens flexíveis, e para entender as variáveis que afetam os processos, dividiu-se os itens de segurança em quatro grandes grupos:

- Elementos de segurança na imagem;
- Elementos de segurança em tintas;
- Elementos de segurança em películas e vernizes holográficos;
- Elementos de segurança para identificação e rastreabilidade.

2.1 Elementos de segurança na imagem

Nos testes realizados na indústria Thomas Greg & Sons foram utilizadas a tecnologia de produção da forma flexográfica denominada *flat top dot* (topo plano) e também a tecnologia DLE (*Direct Laser Engraving*) (GALLUZI, 2014).

A seguir estão alguns exemplos das possíveis aplicações, respeitando os limites de maquinários e terminologia de documentos de segurança:

- Microtextos distorcidos;
- Falha técnica;
- Fundo numismático;
- Scramble.

2.1.1 Microtextos Distorcidos

Conforme demonstrado na Figura 1 são imagens constituídas por caracteres, números ou desenhos muito pequenos e distorcidos, quase invisíveis sem o uso de

lentes de aumento. Elemento aplicado nas bordas e contorno da caixa do código de barras.

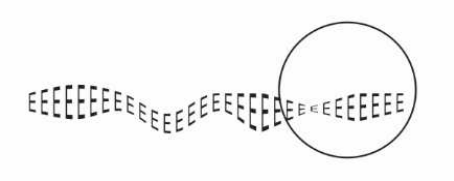


Figura 1- Microtextos e Micro logotipos Distorcidos

2.1.2 Falha Técnica

Conforme demonstrado na Figura 2, trata-se de um erro proposital. A imagem é formada por pequenos caracteres, visualizáveis com o uso de lente de aumento. Este é um item eficaz e de fácil rastreabilidade. Este elemento foi aplicado em um microtexto, nas bordas de contorno da caixa.

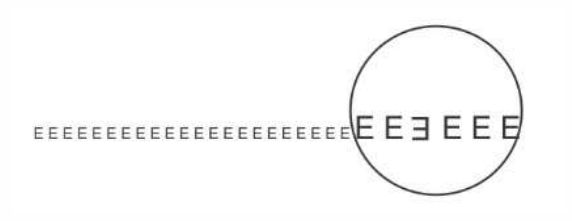


Figura 2 - Falha Técnica

2.1.3 Fundo Numismático

Como pode ser visualizado na Figura 3, são microcaracteres em formato de linhas, normalmente paralelos, que apresentam alterações de ângulos, criando uma imagem que transmite a sensação de relevo e até de tridimensionalidade. Os elementos são aplicados em detalhes pequenos para não atrapalhar a comunicação.



Figura 3 - Fundo Numismático

2.1.4 *Scramble*

De acordo com a Figura 4 são elementos construídos através de linhas opostas ou paralelas e tem o efeito somente visível quando exposto a um filtro. O intuito é apenas verificar a legitimidade com auxílio do filtro específico.

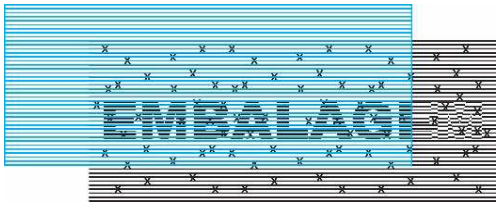


Figura 4 – Scramble

2.2 Elementos de Segurança em Tintas

A viabilidade das tintas de segurança irá depender, das características que a embalagem deve possuir considerando o tipo de produto embalado. Portanto é possível inserir itens de segurança através da tinta dependendo da aplicação. O uso das tintas de segurança podem ser uma tendência para produtos que possuam alto valor agregado, onde o risco de falsificação é maior (ALVES, 2017). Destacam-se como exemplos de aplicações com uso de tintas específicas, os itens:

- Tinta Lumiset;
- Tinta Termocrômica;
- Tinta invisível com reação vermelha, verde e azul;
- Tinta invisível bi fluorescente;
- Tinta *Scratch off*.

2.2.1 Tinta Lumiset

Conforme demonstrado na Figura 5 é uma tinta de segurança com efeito luminescente que, após impressa, pode ser visualizada quando o impresso é exposto a radiação UV tipo A (365nm) ou UV tipo C (260nm). Geralmente é utilizada em tarjas, pequenos textos ou símbolos.

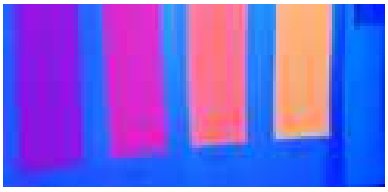


Figura 5 - Tinta Lumiset

2.2.2 Tinta Termocrômica

É uma tinta de segurança na qual a cor impressa desaparece ao ser aquecida com temperatura acima do valor de mudança, geralmente entre 35°C ou 47ºC, conforme ilustrado na Figura 6. Após o resfriamento a cor retorna ao seu estado anterior. Este ciclo pode ser repetido um número indefinido de vezes.



Figura 6 - Tinta Termocrômica

2.2.3 Tinta Invisível com reação Vermelha, Verde e Azul

Neste tipo de tinta de segurança a visualização ocorre quando o impresso é exposto à radiação UV tipo A (365nm), neste caso a área incolor se tornará colorida, conforme demonstrado na Figura 7.



Figura 7 - Tinta invisível

2.2.4 Tinta invisível Bi fluorescente

Com o uso deste tipo de tinta de segurança a imagem pode ser visualizada quando o impresso é exposto à radiação UV tipo A (365nm) ou UV tipo C (260nm) apresentando cores diferentes em cada caso, conforme demonstrado na Figura 8.



Figura 8 - Tinta invisível Bi fluorescente

2.2.5 Tinta *Scratch Off*

Este tipo de tinta de segurança é facilmente removida por fricção. Ocorre a aplicação de verniz protegendo o código, aplicação do preto raspável para bloqueio e um cinza para cobertura como demonstrado na Figura 9.



Figura 9 - Tinta *Scratch Off*

2.3 Elementos de Segurança em película e vernizes holográficos

A holografia é uma técnica que permite que efeitos tridimensionais sejam exibidos. Nas embalagens, efeitos holográficos muitas vezes resultam da utilização de materiais especiais combinados em relevo, em alguns casos, com tintas especiais e técnicas de impressão. Os efeitos holográficos são muitas vezes criados por metalização da superfície do substrato com uma camada fina de alumínio. A estrutura de superfície refrata a luz, resultando em diferentes cores e uma aparência tridimensional (ADDAIR, 2016).

O holograma já vem sendo utilizado há décadas em documentos impressos sobre papel e cartões de crédito impresso sobre plástico. Com o avanço das tecnologias de impressão e maior eficiência das máquinas tornou-se viável o uso de hologramas de segurança em embalagem flexível (OLIVEIRA, 2017), conforme demonstrado na Figura 10 e que pode ser confirmado pelo lançamento em 2017 da primeira película de segurança em aplicação de Cold-Stamping.



Figura 10 – Holografia em flexível

2.3.1 *Cast And Cure*

O Cast & Cure® é um item de acabamento e enobrecimento de embalagens flexíveis, e pode ser utilizado como item de segurança. Consiste em criar uma

microestrutura em um verniz, normalmente UV, quando aplicado e curado sobre um impresso. Após a aplicação de verniz, ele entra em contato com um filme de transferência, que será curado e removido, deixando um efeito de “verniz holográfico” no substrato impresso (CAST AND CURE BRASIL, 2018), conforme demonstrado na Figura 11.

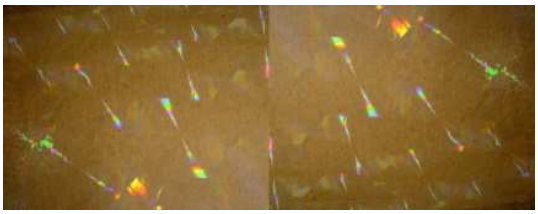


Figura 11 - *Cast and Cure*

2.4 Elementos de segurança para identificação e rastreabilidade

Com a rastreabilidade é possível conhecer o caminho que um determinado produto percorre, desde a sua origem, em qualquer ponto do seu percurso de produção, manipulação, transformação e distribuição, até chegar ao consumidor final.

Podemos citar como exemplos de tecnologia para rastreabilidade e segurança:

- Numeração Inkjet Invisível;
- QR CODE;
- RFID.

2.4.1 Numeração Inkjet Invisível

São códigos ocultos que ajudam a rastrear a vida útil do produto e evitam a falsificação, conforme demonstrado na Figura 12. Esta tecnologia é aplicada em latas de alumínio e podem ser adaptadas para embalagem flexível. Pode-se citar como exemplo uma carga produzida para ser comercializada em um estado de que recebe este tipo de identificação dificilmente poderia ser vendida em outro, diminuindo assim chances de roubo pois poderia facilmente ser identificada como roubada.



Figura 12 - Numeração Inkjet Invisível

2.4.2 QR CODE

São códigos bidimensionais, conforme demonstrado na Figura 13, que ajudam na rastreabilidade do produto. Este tipo de código contém informações as quais não poderiam ser inseridas em outra parte da embalagem.



Figura 13 - QR *Code*

2.4.3 RFID

É um método de identificação automática através de sinais de rádio, que recupera e armazena dados remotamente por meio de dispositivos denominados etiquetas RFID, conforme demonstrado na Figura 14.



Figura 14 - RFID

3. METODOLOGIA

Debater sobre o tema impressos de segurança é complexo, isto se dá por causa da escassez de literaturas e falta de documentos que explanam o assunto. Certamente a pesquisa feita, não foi diferente, a complexidade de angariar materiais literários foi o grande desafio. Sendo assim, para ter um bom resultado e desenvolver o artigo foi necessária a realização de testes dentro da indústria, respeitando o limite de cada aplicação, e também teve o apoio e troca de experiências com profissionais conceituados do segmento de tintas, vernizes, hologramas, substratos e clichês, por exemplo. Outra maneira de obter informações foi a realização de entrevistas com diretores e gerentes do departamento técnico de empresas fornecedoras de matérias-primas, entre elas a Seller Ink, Crown do Brasil e ATM Group.

A empresa possui algumas tecnologias que viabilizam estas aplicações seguras, mas por uma questão de segredo industrial, serão explicados alguns testes, mas sem expor muito a tecnologia.

Os testes tiveram início após a gravação de alguns clichês de fotopolímero com espessura de 1.14 mm, gravado com tecnologia DLE da SPGPrints. A mecânica utilizada para os mesmos foi a de 96 z.

Foram utilizados os mesmos perfis que a gráfica utiliza atualmente, a máquina utilizada foi uma SUPERFLEX, modular, banda estreita com largura de 350 mm.

Substratos como papeis autoadesivos, papeis térmicos, filmes BOPP e PET também foram utilizados.

As matrizes de impressão foram colocadas em máquina e por característica do equipamento utilizou-se cura UV, tinta base d´água e no último momento, tinta com base de solvente.

No primeiro momento os resultados foram reprovados, pois a tecnologia utilizada na cura gera calor e a aplicação em determinados substratos se tornou inviável. Só se tornava viável em substratos autoadesivos.

A tinta base d'água apresentou outro problema por causa da secagem, em que detalhes pequenos entupiram prejudicando a leitura e definição.

Por não estar disponível a tecnologia UV LED no momento do teste, os fornecedores alteraram a fórmula deixando a tinta base d´ água mais secativa. Com isso deu-se mais definição, a impressão não teve tanto squash e teve-se uma melhoria na qualidade do produto final.

Para a aplicação nos filmes plásticos, a máquina foi adaptada para imprimir com tinta base solvente visando a secagem instantânea, porém o resultado só foi bom devido à baixa velocidade de impressão, sendo 30 m/min.

Esta prática só é totalmente coerente em máquinas banda estreita quando a mesma possui a tecnologia UV Led para a cura ou cilindro *chill drum* para resfriamento do filme plástico. O investimento é de alto custo.

No momento dos testes, as utilizações de recursos digitais como fotos, por exemplo, não foram autorizadas pela diretoria, a companhia é uma gráfica de segurança e proíbe terminantemente algumas ferramentas, logo, a aplicação de fotos no artigo se tornou inviável.

4 - RESULTADOS

Nos testes realizados na indústria Thomas Greg & Sons com a utilização das ferramentas para segurança na imagem percebeu-se que a utilização de elementos de segurança em impressão flexográfica torna-se possível no quesito técnico.

A utilização de máquinas de impressão híbrida, que permitem a impressão de tintas de segurança base offset sobre a impressão flexográfica e serigráfica, possibilitam obtenção de imagens com diferencias técnicos.

A aplicação do sistema de rádio frequência (RFID) diretamente na produção, torna as embalagens além de mais seguras, rastreáveis, o que para a questões de logística é fundamental. Do ponto de vista financeiro já se torna viável, pois ocorre a redução dos custos finais, devido escala maior de produção deste item.

4.1 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise das possibilidades referentes à aplicação mencionada no artigo percebe-se que ajustes precisam ser realizados na maioria das etapas. Ao fazer uma arte para este fim é importante uma avaliação do maquinário e um estudo de ganho de ponto, squash dentre outras características do sistema. Por exemplo, ao fazer itens seguros, como um microtexto a fonte deve ser editada respeitando o limite do maquinário, de acordo com a ABNT NBR 15368:2016, o item microtexto só pode ser visto com o auxílio de uma lente de aumento, e devido a isto a ampliação da fonte para melhor impressão tem sua limitação.

Após análise dos resultados, a conclusão referente a aplicação dos elementos de segurança em embalagens flexíveis é que a utilização destes itens é possível, desde que sejam feitos desenvolvimentos para cada aplicação e um estudo financeiro para cada item. Deve ser considerado o custo dos insumos, pois isto pode comprometer a viabilidade do produto final. Sendo assim, o uso de itens de segurança em embalagens flexíveis deve ser analisado caso a caso. Em diversas situações a adequação à segurança da embalagem será prática e eficaz, com custo adequado, porém haverá situações que dependendo do item de segurança escolhido, será recomendado somente para produtos com valor agregado mais elevado.

REFERÊNCIAS

ADDAIR, P. **Novas aplicações com holografia serão destaque na DRUPA 2016**. Disponível em: < https://publish.com.br/tecnologia/novas-aplicacoes-com-holografia-serao-destaque-na-drupa-2016/>. Acesso em: 27 jun. 2018.

ALVES, M.A. **Marco Antonio Alves**: depoimento [set. 2017]. Entrevistador: Fernando Duran Rosa. São Paulo: SENAI-SP, 2017. 1 Pen Drive. Entrevista concedida ao trabalho de conclusão de curso da pós-graduação.

BRASIL BEAUTY NEWS. **Indústria de cosméticos combate a crescente falsificação de produtos**. 13 set. 2016. Disponível em: <http://www.brazilbeautynews.com/industria-de-cosmeticos-combate-a-crescente,1495>. Acesso em: 27 jun. 2018.

CAST & CURE® BRASIL. **A tecnologia Cast & Cure®**. Disponível em: <http://www.castcurebrasil.com.br/>. Acesso em: 27 jun. 2018.
Entrevistador: Fernando Duran Rosa. São Paulo:

FILHO, W. F. **Walter Fagundes Filho**: depoimento [set. 2017]. Entrevistador: Fernando Duran Rosa. São Paulo: SENAI-SP, 2017. 1 Pen Drive. Entrevista concedida ao trabalho de conclusão de curso da pós-graduação.

GALLUZI, T. **A pré-impressão faz toda diferença**. Revista Tecnologia Gráfica, São Paulo, v. 18, n. 88, p. 12-15, 2014. Disponível em: <www.revistatecnologiagrafica.com.

KOSIDLO, L. **Laser coding applications in the beverage industry**. 11 jan. 2017. Disponível em: <http://www.labelingnews.com/2017/01/laser-coding-in-the-beverage-industry/>. Acesso em: 27 jun. 2018.

MOLINA, A. **Anderson Molina**: depoimento [set. 2017]. Entrevistador: Fernando Duran Rosa. São Paulo: SENAI-SP, 2017. 1 Pen Drive. Entrevista concedida ao trabalho de conclusão de curso da pós-graduação.

OLIVEIRA, F. **Flávio Oliveira**: depoimento [set. 2017]. Entrevistador: Fernando Duran Rosa. São Paulo: SENAI-SP, 2017. 1 Pen Drive. Entrevista concedida ao trabalho de conclusão de curso da pós-graduação.

TODESCATT, J. **Descoberto esquema de fraude em embalagens**. 23 set. 2015. Disponível em: <http://diariodosul.com.br/SITE2015/noticia/22459/Descoberto-esquema-de-fraude-em-embalagens-.html>. Acesso em: 27 jun. 2018.

ESTUDO DA SUBSTITUIÇÃO DO PLASTIFICANTE DIOCTIL-ADIPATO POR PLASTIFICANTE ACETIL TRIBUTIL CITRATO NO COMPOSTO DE POLI(CLORETO DE VINILA)

Marcilio Florentin Guimarães[1]

Marcos Rogério Ziliani[2]

RESUMO

Objetivou-se estudar as propriedades do plastificante acetiltributilcitrato (ATBC) utilizado como substituto para o plastificante dioctiladipato (DOA) no composto do poli(cloreto de vinila) (PVC). Por meio dos ensaios realizados ao longo deste desenvolvimento, fica evidente a viabilidade de substituição do plastificante tradicional (DOA), pelo plastifificante estudado (ATBC). A metodologia utilizada foi um estudo de caso, que consistiu em substituir o plastificante DOA pelo plastificante ATBC.

Palavras-chave:1. PVC. 2. Plastificante. 3. Plastificante DOA. 4. Plastificante ATBC.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo cujo tema foi o estudo da substituição do plastificante dioctil-adipato (DOA) por plastificante acetil tributil citrato (ATBC) no composto de poli(cloreto de vinila), visando a comparação das propriedades no produto final de ambos.

O PVC, é um dos materiais mais versáteis, no que diz respeito a fabricação de artigos em geral, sendo utilizado em larga escala nos processos de fabricação por extrusão, injeção, rotomoldagem entre outros, uma das proncipais características deste material é conseguir atingir características distintas através de sua formulação.

O plastificante dioctiladipato é o plastificante tradicional utilizado nos compostos de PVC, porém há uma corrida bastante acentuada para a substituição do mesmo, diante disso foi estudado o acetil tributil citrato como o sustituto do tradicional. Objetivou-se com a elaboração deste projeto acadêmico propor a produção de mantas do

[1] Pós-graduado em MateriaisPoliméricos pela Faculdade SENAI de Tecnologia Ambiental – Profissional na Área de Transformsação de Polímeros. E-mail: mabiounglink@hotmail.com.

[2]Pós-graduado em Materiais Poliméricos pela Faculdade SENAI de Tecnologia Ambiental – Professor no Curso de Tecnologia em Polímeros da Faculdade SENAI de Tecnologia. E-mail: marcos.ziliani@sp.senai.br.

composto de PVC, com o intuito de estudar a variação das propriedades no produto final e a comparação de compatibilidade de ambos os plastificantes no composto de PVC.

Artigos técnicos, monografias, slides, teses, livros foram alguns dos instrumentos de pesquisa utilizados para a coleta de dados e fundamentação teórica desta monografia.

Os principais referenciais utilizados foram: RODOLFO JR.; NUNES e ORMANJI (2002);SILVA (2016); CANEVAROLO JR. (2006) e SOLVAY (2007).

2.MATERIAIS E MÉTODOS

Para a execução deste estudo de caso foram utilizados dois plastificantes, DOA (di-2-hexiletil adipato) um plastificante linear adipato e ATBC (Acetil Tributil Citrato) utilizado em polímeros que entram em contato com alimentos, para a produção do composto de PVC, e consequentemente o estudo de comparação entre dois compostos.

Para a produção das mantas de PVC foram estipuladas formulações com os seguintes materiais:

a) Resina K65 (Unipar);

b) Estabilizante estearato de cálcio/zinco (Baerlocher);

c) Óleo de soja epóxi (BBC);

d) Plastificante DOA (fabricante SCANDIFLEX);

e) Plastificante ATBC (fabricante SCANDIFLEX);

f) Ácido esteárico C14 (BBC)

2.1.Equipamentos

Os equipamentos utilizados para a confecção deste artigo foram:

a) Misturador de laboratórioMecanoplast ml-9 Var;

b) Calandra de laboratórioMecanoplast;

c) Prensa hidráulica aquecida para determinação da espessura dos corpos de prova;

d) Prensa manual para corte de corpos de prova;

e) Estufa para ensaio de determinação térmica Fenem modelo 320 SE;

f) Equipamento para ensaio de cromatografia CGS -14A (equipamento a gás);

g) Equipamento para ensaio de tração KRATOS de acordo com a norma ASTM D638;

h) Equipamento para teste de fugor;

i) Equipamento para ensaio de dureza Shore A Microtest 7206 D

2.2. Métodos

Foram preparadas duas formulações para a obtenção das mantas de PVC, uma formulação é voltada para o plastificante DOA e a outra para o plastificante ATBC. A Tabela 1 ilustra a composição da manta à base do plastificante DOA, enquanto a Tabela 2 ilustra a composição da manta à base do plastificante ATBC.

Tabela 1 – Formulação da manta de PVC utilizando o plastificante ATBC

Componentes	**PCR**
Resina K65	100
Dioctiladipato (DOA)	80
Óleo de soja epóxi	24
Estabilizante Térmico Cálcio e Zinco	1,2
Ácido esteárico	0,4

Fonte: elaborada pelos autores

Tabela 2 – Formulação da manta de PVC utilizando o plastificante ATBC

Componentes	**PCR**
Resina K65	100
Acetiltributilcitrato (ATBC)	80
Óleo de soja epóxi	24
Estabilizante Térmico Cálcio e Zinco	1,2
Ácido esteárico	0,4

Fonte: elaborada pelos autores

Os aditivos utilizados nas formulações dos compostos para a formação das mantas de PVC: para a formulação do plastificante DOA e para a formulação para o plastificante secundário ATBC foram pesados em uma balança de precisão.

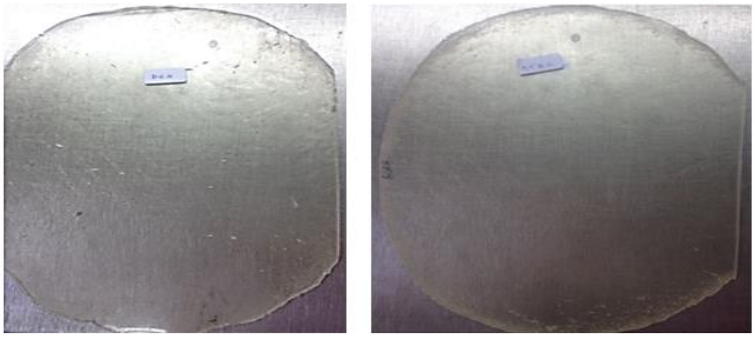
Após as pesagens, os compostos foram direcionados a um misturador de laboratório, para a mistura e homogeneização completa da mistura. A temperatura de descarga do material foi de 115 (ponto de homogeinização completa da mistura).

Já homogeneizadas as formulações, os compostos de PVC foram direcionados a uma calandra de laboratório, para a obtenção das mantas de PVC utilizou-se uma temperatura de aproximadamente de 150ºC por um período de cinco minutos. Para cada formulação obteve-se uma manta para serem confeccionados os corpos de prova.

Após a preparação das mantas de PVC, foi necessário prensá-las em uma prensa mecânica, utilizando uma pressão de aproximadamente 150 kgf/cm² durante um período de cinco minutos em uma temperatura de aproximadamente 165ºC, para a obtenção da espessura de 6 mm para os corpos de prova.

As mantas obtidas por meio da prensa estão ilustradas na Figura 1.

Figura 1 – Mantas DOA e ATBC



Fonte: elaborado pelos autores

Com a manta obtida com a espessura adequada para os corpos de prova foi utilizada uma segunda prensa manual, inserindo pressão sob um molde padrão para o recorte da manta. Os corpos de prova foram cortados no formato requisitado para cada caracterização.

Além da utilização da prensa manual para a obtenção de alguns dos corpos de prova para tração, também foram obtidos corpos de prova por meio de corte direto da manta manualmente, para a caracterização de dureza, por exemplo.

3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Caracterização da dureza Shore A

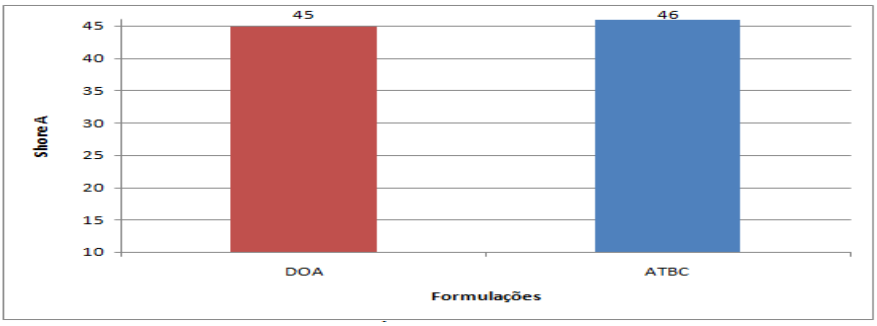
Foi utilizada a norma ASTM D2240 para a realização do ensaio. Para a caracterização da dureza Shore A foram utilizados corpos de prova com espessura de 6 mm.

A realização deste ensaio é feito para verificar se o plastificante ATBC, com a mesma concentração do plastificante padrão DOA, no composto de PVC, demonstraria diferença na dureza. A partir deste ensaio, podemos fazer acertos, adicionando mais plastificante ou retirando plastificante, conseguindo adequar a dureza de acordo com a necessidade. O gráfico1- demontra os resultados de dureza.

Os corpos de prova foram condicionados ao banho-maria a uma temperatura de 25ºC por 12 horas, após serem retirados foram secos com o auxílio de uma flanela.

Foram realizadas cinco determinações de dureza em cada corpo de prova e em distintas posições.

Gráfico 1 – Resultado do ensaio de dureza Shore A para as formulações de DOA e ATBC



Fonte: elaborada pelos autores

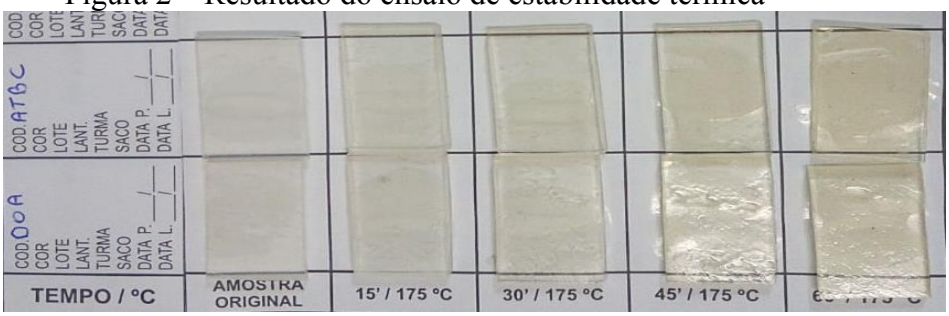
A substituição do plastificante DOA pelo plastificante ATBC nos compostos de PVC, não demnstra diferença considerável no ensaio de dureza shore A, pois, os plastificantes, provavelmente demosntram a mesma compatibilidade com os compostos de PVC.

3.2. Caracterização da Estabilidade Térmica

Para a determinação da estabilidade térmica utilizou-se a norma ASTM D 2115, o material calandrado segundo suas especificações foram cortados em corpos de prova com o formato de retangular de aproximadamente 3,5 cm de comprimento por 2 cm de largura.

O teste de estabilidade térmica, possibilita verificar se o plastificante influencia na estabilidade dos compostos. Para o ensaio de estabilidade térmica, utilizou-se uma temperatura de 175ºC. Os corpos de prova foram colocados em quatro recipientes de aço para se realizar a caracterização. Os corpos de prova são ilustrados na figura 2 foram retirados após 15 minutos (cada amostra) obtendo-se cinco amostras de cada formulação no período de 60 minutos.

Figura 2 – Resultado do ensaio de estabilidade térmica



Fonte: elaborada pelos autores

Ao comparar a amostra original das demais amostras após serem submetidas ao ensaio de estabilidade térmica, é possível notar que nas amostras de 15 a 30 minutos a 175ºC não sofreram grande diferença no aspecto tanto com o DOA em relação ao ATBC. Na amostra de 45 minutos houve uma pequena diferença na coloração, porém não muito significativa. Já nas amostras de 60 minutos houve uma diferença significativa comparada às amostras originais para ambos plastificantes, porém não houve uma queima total da amostra, sendo aprovadas na análise.

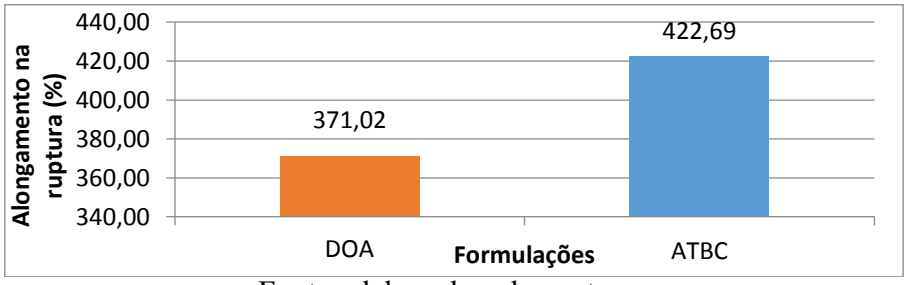
3.3. Caracterização por tração

Os ensaios de tração foram realizados em temperatura ambiente. Os métodos de ensaio foram efetuados segundo a norma ASTM D638.

Para a caracterização de tração foram utilizados 15 corpos de prova padronizados de cada formulação (DOA e ATBC). A velocidade de separação das garras foi de 500,0 mm/min para o ensaio.

Os corpos de prova foram fixados nas garras do equipamento pelas extremidades, de forma que o mesmo fique simétrico na garra ,para que a tensão fosse distribuída uniformemente. Para os ensaios de tração foram avaliadas duas propriedades de cada formulação: alongamento na ruptura (%) e limite de resistência (kgf/cm²). Os Gráfico 2 e 3 apresentam os resultados do alongamento na ruptura e o limite de resistência das formulações do DOA e ATBC respectivamente.

Gráfico 2 – Resultado do alongamento na ruptura (%) para as formulações de DOA e ATBC



Fonte: elaborada pelos autores

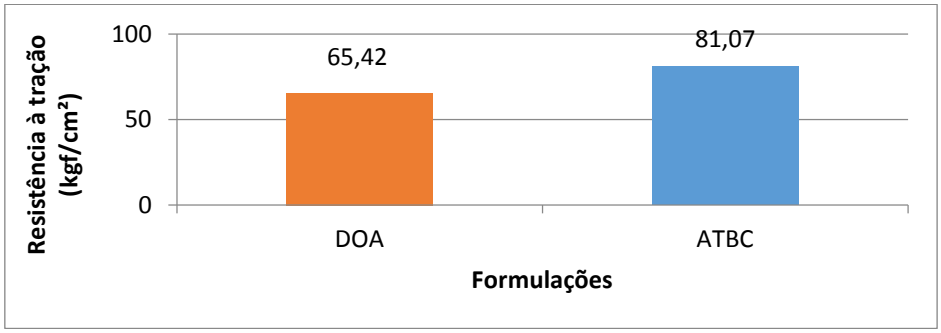
De acordo com as informações do Gráfico 2, o ATBC possui uma estrutura com grandes ramificações e de maior polaridade, favorecendo a permanência do plastificante na matriz promovendo um maior alongamento relativo entre o polímero (PVC) e o plastificante, comparado ao plastificante DOA.

Os resultados mostraram que existe uma relação direta com a interação entre o plastificante e o polímero, uma vez que, o PVC obtido por meio do DOA apresentou um menor alongamento em relação ao PVC obtido por meio do plastificante de ATBC, que apresentou um maior alongamento na ruptura e maior tenacidade comparada a formulação com o plastificante DOA. Possivelmente isso pode estar ligado a molécula do plastificante ATBC por ser uma molécula de caráter altamente polar, sugerindo existir uma compatibilidade maior entre o PVC e o plastificante. Segundo Rabello (2000); Silva (2016) a inserção de um plastificante na matriz polimérica altera a estrutura da mesma. No caso o ATBC possivelmente apresentou um efeito plastificante na fase rígida do polímero, consequentemente diminuindo a rigidez do mesmo, ou seja, um polímero que apresenta menor rigidez tende a possuir um maior alongamento, havendo uma interação molecular maior entre plastificante e polímero.

O comportamento diferenciado entre os plastificantes atribuídos ao PVC pode ser justificado, pela alteração estrutural e mecânica de plastificante e matriz (RABELLO, 2000).

Segundo Brandolt (2015) o ATBC é inserido entre as cadeias dos polímeros, aumentando o espaçamento e reduzindo a viscosidade do polímero, propiciando um efeito de plastificação intensa.

Gráfico 3 – Resultado do limite de resistência (kgf/cm²) para as formulações de DOA e ATBC



Fonte: elaborada pelos autores

De acordo com o Gráfico 3, comparando o DOA e o ATBC, o ATBC apresentou um acréscimo de 15,65 kgf/cm² na resistência à tração. Isso pode ser explicado, pelo fato de que o polímero com a aditivação do plastificante ATBC torna o material mais tenaz em comparação à formulação com o plastificante DOA, suportando uma maior tensão sem romper-se. O ATBC apresentou um efeito plastificante diretamente na fase rígida do polímero modificando sua cristalinidade, uma vez que as

moléculas têm uma maior dificuldade de mobilidade, necessitam de uma maior força para romper as ligações, consequentemente aumentando a resistência à tração do material.

Para Silva (2016) o DOA possui uma estrutura linear deixando o material orientado, necessitando de uma menor força para romper-se, ou seja facilita o escorregamento de uma molécula sobre a outra.

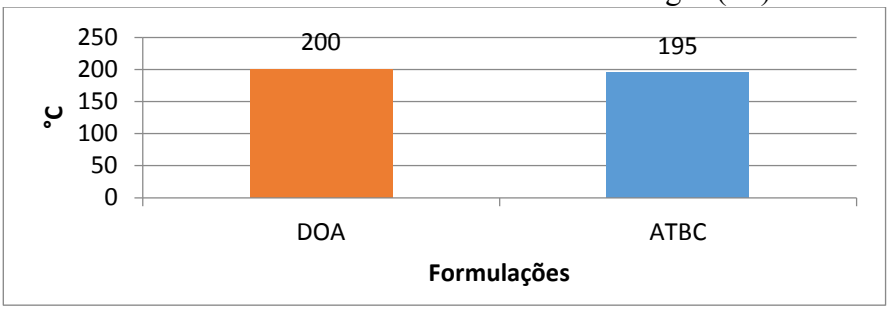
3.4. Caracterização do ponto de fulgor

Para efetuar o teste do ponto de fulgor foram utilizados os equipamentos: vaso aberto de Cleveland, bico de Bunsen, termômetro com graduação de temperatura e um tripé. O termômetro foi posicionado de forma vertical a 6 mm acima do fundo do recipiente e perpendicular à chama. A chama foi acesa (diâmetro de 4 mm). A velocidade de aquecimento foi de 16ºC por minuto. A chama foi aplicada a cada elevação de 3ºC, primeiramente na direção direita, passando pelo centro do recipiente perpendicular ao diâmetro que passa pelo termômetro, e após, foi realizado o procedimento na direção oposta.

A caracterização do Ponto de Fulgor, é uma análise para saber se existe diferença entre o padrão e a amostra de plastificante, no momento do flash.

O ponto de fulgor foi anotado quando a temperatura proporcionou uma luz na área da superfície da amostra, ao ser aplicada a chama.Quando a amostra entrou em ignição por aproximadamente 5 segundos, a temperatura de ponto de combustão foi anotada.O ponto de fulgor foi verificado na temperatura do qual apareceu um tipo de "flash" em um ponto da superfície, quando foi aplicada a chama. O Gráfico 4 apresenta os resultados do ensaio.

Gráfico 4 – Resultado do Ponto de Fulgor (°C)



Fonte: elaborada pelos autores

O resulatado do ensaio do ponto de fulgor, mostrou-se muito próximo entre eles, o que indica uma interação similar entre os dois plastificantes.

3.5. Caracterização da densidade

Para o ensaio de densidade dos plastificantes DOA e ATBC, foram utilizados os equipamentos:

a) Proveta 500mL;

b) Densímetro (precisão de 0,002);

c) Plastificante DOA;

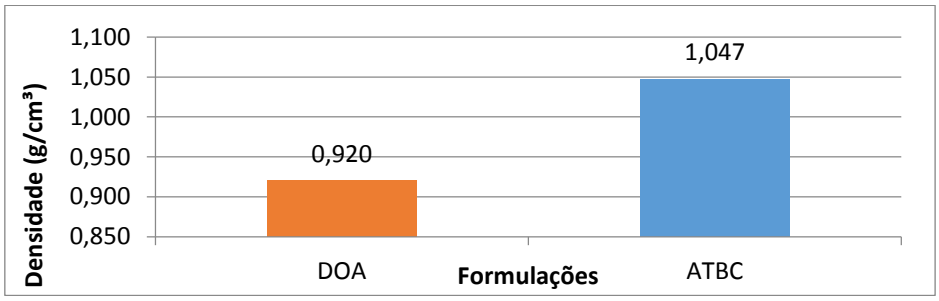
d) Plastificante ATBC;

e) Termômetro com subdivisões de 1 grau centígrados (escala mínima de 60ºC).

Para a execução do teste foi introduzido o plastificante líquido lentamente (um tipo de plastificante por ensaio) para não perder material nas paredes da proveta e para não obter bolhas de ar. Em sequência foi induzido o densímetro na amostra até que o nível de três subdivisões da escala ficasse abaixo do ponto de equilíbrio, soltando o mesmo. A densidade foi lida após o densímetro ter se estabilizado e flutuado livremente, e a temperatura foi anotada após a leitura da densidade.

As densidades dos dois plastificantes (DOA e ATBC)foram anotadas a uma temperatura de 26ºC, apresentando resultados de densidade de DOA 0,920 e ATBC 1,047 como ilustra o Gráfico 5. Nesse ensaio foram contatados que o plastificante ATBC amostra é mais denso que o padrão devido sua Massa molar.

Gráfico 5 – Densidade dos Plastificantes



Fonte: elaborada pelos autores

A diferença de densidade no composto, indica uma massa molar do ATBC, maior em relação ao DOA, fato que colabora significativamente para o aumento da densidade do composto obtido.

3.6. Caracterização do Peso Específico

Para a determinação do peso específico foram utilizados:

a) Balança de precisão (g);

b) Becker de 250 mL;

c) Furador;

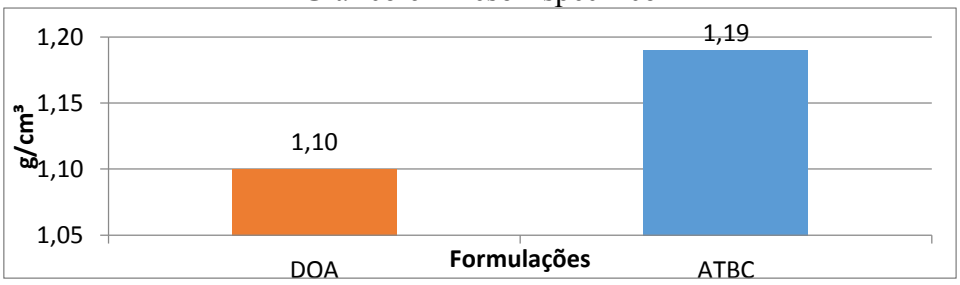
d) Fio de ferro.

O ensaio foi executado com um corpo de prova de cada formulação (DOA e ATBC). Os corpos de prova foram furados e foi introduzido um pedaço de fio de ferro na extremidade dos mesmos, os corpos de prova (DOA e ATBC) foram pesados em uma balança de precisão um por vez e foram anotados os valores (Valor A).

Os corpos de prova foram introduzidos um de cada vez em um béquer com água destilada, permanecendo o corpo de prova completamente imerso sem tocar as paredes do Becker. Os corpos de prova foram pesados novamente após o ensaio e foram anotados os valores (Valor B). Os resultados dos ensaios foram obtidos por meio do cálculo de peso específico:

$$\text{Peso Específico} = \frac{\text{Valor A}}{\text{Valor A} - \text{Valor B}} \text{x } 0{,}9975$$ (densidade da água a uma temperatura ambiente de 23ºC).

Gráfico 6 – Peso Específico



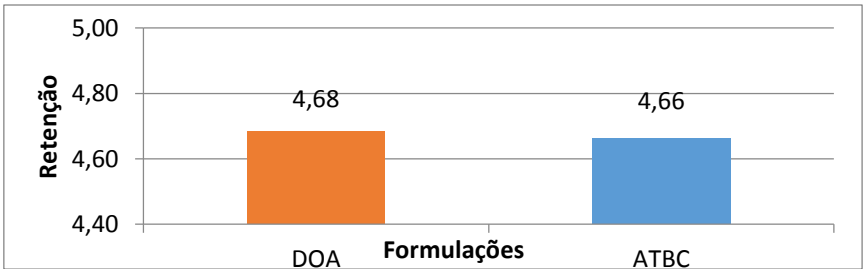
Fonte: elaborada pelos autores

Em análise ao Gráfico 6 é possível compreender que o peso específico dos plastificantes estão relacionados diretamente com seu peso molecular, ou seja, o ATBC possui um maior peso molecular, resultando em um peso específico superior de 8,2% em relação ao plastificante DOA que possui um peso molecular menor, apresentando um peso específico inferior.

3.7. Caracterização por cromatografia

Para o ensaio de cromatografia, cada substância "elui", ou seja, em cada plastificante há uma separação de partículas a um determinado tempo, este tempo é o tempo de retenção do composto. O resultado da retenção do teste de cromatografia gasosa é ilustrado no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Teste de cromatografia gasosa



Fonte: elaborada pelos autores

Em análise ao Gráfico 7 é possível compreender que os picos de tempo de retenção foram bem próximos entre os plastificantes. O DOA apresentou um resultado de 4,68 e o plastificante ATBC apresentou um pico de 4,66 não apresentando uma diferença significativa entre ambos.

4.CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do desenvolvimento deste estudo e análise dos estudos obtidos, é possível dizer que o objetivo da pesquisa foi alcançado. Os resultados obtidos por meio dos ensaios de alongamento na ruptura e do limite de resistência à tração demonstraram que o plastificante ATBC apresentou melhores resultados em relação ao plastificante DOA, possivelmente pelo seu intenso efeito plastificante, aumentando o espaçamento entre as cadeias do polímero, consequentemente aumentando o alongamento e proporcionando uma melhor resistência à tração ao polímero.

O ATBC apresentou um maior peso específico e densidade, devido a sua estrutura molecular. O ATBC apresentou um menor ponto de flamabilidade em relação ao plastificante DOA.Vale ressaltar como visualizado no desenvolvimento do trabalho que não houve uma diferença significativa para a caracterização da dureza, uma vez que os dois plastificantes apresentaram resultados semelhantes. Isso também foi observado ao teste de cromatografia gasosa .

Pode-se concluir que é viável a substituição do plastificante DOA pelo plastificante ATBC em relação aos resultados obtidos nos ensaios realizados neste artigo.

REFERÊNCIAS

BRANDOLT, Suelen Dias Fagundes. **Influência do uso de plastificante nas propriedades térmicas e mecânicas de nanocompósitos de poli (hidroxibutirato-co-hidroxivalerato)**. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do sul, 2015. 81p.

BRASKEM. **Efeito dos plastificantes na dureza dos compostos de PVC**. 2. Revisão. [S.l.] Boletim Técnico, [S.d.]. 8 p. Disponível em: <https://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/html/boletm_tecnico/Plastificantes.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2018.

BUNTECH, Tecnologia de insumos. **Plastificante isentoftalato – AcetilTributilCitrato (ATBC) –** Especificação técnica.São Paulo: Bentonit união, 2018. 7 p.

CAETANO, Mário J.L. **Ponto de Fulgor ou Flash Point.** CTB (Ciência e Tecnologia da Borracha). [S.l.], 2014. Disponível em: <https://ctborracha.com/?page_id=5625>. Acesso em 03 abr. 2018.

CANEVAROLO JUNIOR, Sebastião V.**Ciência dos Polímeros.**2. ed. São Paulo: Artiliber, 2006. 277 p.

FERNANDES, Silvio Soares; DIACENCO, Adriana Amaro. **Origem do PVC e seu processo de transformaçã**o. Revista Cientifica da FEPI – Edição Interdisciplinar, Itajubá, v. 1, n. 1, 2015.

LOKENSGARD, Erik. **Plásticos industriais:** teoria e aplicações. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 616 p.

RABELLO, Marcelo. **Aditivação de polímeros.** São Paulo: Artiliber, 2000. 244 p.

RODA, Daniel Tietz. **Policloreto de Vinila (PVC).**Blog: Tudo Sobre Plásticos. [S.l.], 2014. Disponível em: <http://www.tudosobreplasticos.com/materiais/pvc.asp>. Acesso em: 23 jan. 2018.

RODOLFO JÚNIOR, Antonio; NUNES, Luciano Rodrigues; ORMANJI, Wagner. **Tecnologia do PVC**. 1. ed. São Paulo: BRASKEM, 2003. 399 p.

S.A., Sucroal.**Citrato de tributilo acetilado.**[S.l.], 2015. Disponível em: <https://sucroal.com.co/products/citrato-tributilo-acetilado/>. Acesso em: 03 mar. 2018.

SILVA, Renato Machado da. **Estudo da substituição do plastificante dioctilftalato por plastificante dioctil-adipato no composto de policloreto de vinila.** 2016. 105 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós Graduação em Materiais Poliméricos, Faculdade Senai de Tecnologia Ambiental, São Bernardo do Campo, 2016.

SILVA, William Rodrigues da Silva. **Calandra**. Foto - Color: 01. Guarulhos, 2018.

SOUZA, Antonio Carlos dos Anjos.et al.**Calandra Manual.** Trabalho de Conclusão do Curso Técnico em Mecânica. São Caetano do Sul: Etec Jorge Street, 2013. 52 p.

SYNTEX, América Corporation. **Plastificante.** Miami Florida, 2015. Disponível em: <https://syntexamerica.com/portfolio-item/plastificante/?lang=pt-br>. Acesso em: 18 fev. 2018.

UFRGS.**Capítulo III - Processos de Mistura:Polímeros e Aditivos**. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/lapol/processamento/frame_contatos.html>. Acesso em: 08 fev. 2018.

ESTUDO DO DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO MICROMÉTRICA A *LASER*

Gustavo Dos Santos Henrique [1]
Diego Hernandes Lourenço [2]
Wallyson Thomas Alves da Silva [3]
Marcelo Baraldi [4]

RESUMO

Devido aos avanços tecnológicos e a necessidade da indústria metal mecânica produzir de uma forma mais rápida e precisa, é necessária a execução de testes de qualidade nos produtos fabricados. O presente trabalho tem por objetivo, apresentar por meio de uma pesquisa científica os avanços tecnológicos por meio de medições a laser, tais componentes já utilizados para medições pelo seu tempo de resposta e precisão para trabalhos de capacidade micrométrica, exercendo uma função chave para o ganho produtivo, e aumento da eliminação de erros de dispositivos de medições por meios convencionais, chegando ao novo termo da indústria 4.0. Os dispositivos de medição compostos de laser são baseados nas leis da óptica e considerando esses dispositivos a laser foi possível detectar sua capacidade de executar trabalhos de medidas a partir de 0,2um até 2000mm. Os sistemas de medição são flexíveis e fáceis de integrar, não tendo contato com o objeto a ser medido. É possível medir superfícies suaves, pegajosas, quentes ou outras superfícies sensíveis, não acarretando desgaste ao sensor. Ao término do artigo espera-se demonstrar de forma detalhada as suas aplicações e a viabilidade da implantação desta tecnologia no meio produtivo, assim diminuindo o tempo de entrega do trabalho exercido, tendo em vista uma melhor competitividade no meio industrial e se adequando a tecnologias de um alcance mais vasto.

Palavras-chave: Laser. Micrometro. Medição.

1. INTRODUÇÃO

A ideia do trabalho é apresentar um sistema de medições a laser de peças com uma proposta mais atual. Hoje em processos industriais existe a necessidade da realização

[1] E-mail: gustavodsh10@gmail.com
[2] E-mail: diegohernandeslourenco@yahoo.com
[3] E-mail: wallyson.silva@sp.senai.br
[4] E-mail: marcelo.baraldi@sp.senai.br

de testes desse tipo devido as normas e garantia da qualidade do produto a ser entregue. Com a apresentação desse método deseja-se apresentar uma alternativa a indústrias ou empresas que necessitem fazer esse tipo de teste durante seu processo.

2. REVISÃO TEÓRICA

Devido às necessidades do mercado, cada dia se torna mais necessária a execução de testes nos produtos fabricados. Para tal são usados ensaios não destrutivos os quais englobam diversas técnicas e tipos de materiais. Um desses ensaios é o teste dimensional desses produtos. A execução desses testes pode ser realizada usando diversos instrumentos e técnicas diferentes. Para que o ensaio dimensional seja executado é necessário o uso de peças padrão, as quais são comparadas com as amostras ou com o próprio material a ser testado.

As tecnologias baseadas em princípios ópticos de medição se caracterizam pela ausência de contato entre o instrumento de medição e o mensurando. Há diversos sistemas ópticos disponíveis comercialmente para medição de peças. Dentre essas soluções vamos destacar os sistemas denominados de sistemas de medição de diâmetro a laser.

A técnica de medição é a realizada através de lasers, a qual consiste em gerar uma cortina de luz e medir a interrupção desse sinal. A geração dessa cortina se torna possível devido aos princípios da óptica e suas leis de reflexão da luz em espelhos. A geração desse sinal luminoso se inicia com a escolha do tipo de fonte luminosa, pois de acordo com ela pode-se determinar o funcionamento correto do dispositivo. Os lasers são as fontes escolhidas para esse tipo de aplicação devido potência dissipada e o comprimento de onda. Normalmente os instrumentos utilizados para essa finalidade estão na faixa do vermelho com um comprimento de onda em torno de 650mm.

> Os lasers vêm sendo classificados por seu comprimento de onda e sua potência de saída desde os anos 70 em quatro classes: classe 1 de menor risco até classe 4 de grande risco. Até o ano de 2002 essa era a classificação desses equipamentos, com o estudo mais aprofundado a partir daquele ano foram propostas modificações e em 2007 com a revisão da norma IEC 60825 essa classificação foi um pouco modificada. Essa modificação veio para unificar a maneira como os lasers são tratados por todos os países e mostrando os reais perigos existentes em cada classe. Por exemplo, no laser usado nessa aplicação que se encontra na classe 2 com 650nm e 1mW de potência, é seguro se a exposição não for maior que um intervalo de 0.25 segundos, intervalo de uma piscada do olho humano. Para as outras classes isso muda um pouco: a classe 1 é considerada segura, na classe 3 é advertido para lidar com cuidado e na classe 4 já pode causar queimaduras e danos permanentes aos usuários do equipamento. (Karman et al., 1999 vol. 402, 138).

Além de uma fonte geradora um dispositivo construído com essa finalidade deve conter alguns espelhos, os quais são os responsáveis pela mudança de direção através do princípio da reflexão da luz. Em física o fenômeno da reflexão consiste na mudança da direção de propagação da energia (desde que o ângulo de incidência não seja 0º), também no retorno da energia incidente em direção à região de onde ela é oriunda, após entrar em contato com uma superfície refletora.

A energia pode tanto estar manifestada na forma de ondas como transmitida através de partículas. Por isso, a reflexão é um fenômeno que pode se dar por um caráter eletromagnético, óptico ou sonoro. A reflexão pode ser explicada totalmente com base em apenas duas leis, de cunho geral. Para enunciá-las, é preciso antes definir alguns conceitos.

a) Normal são semirretas perpendiculares à superfície refletora.

b) Ângulo de incidência é o ângulo que a direção de deslocamento de um feixe de luz faz com a normal.

c) Ângulo de reflexão é o ângulo que a direção de um feixe de luz refletida faz com a normal. As duas leis da reflexão podem ser expressas da seguinte maneira:

d) O raio incidente, a reta normal e o raio refletido são coplanares, ou seja, estão no mesmo plano.

O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão. A reflexão luminosa é a base da construção e utilização dos espelhos. Os espelhos, tantos planos, como os esféricos, tem larguíssima utilização constituindo uma importante parte do processo de medição de diâmetro a laser. Um espelho é uma superfície muito lisa e com alto índice de reflexão de luz. Espelhos possuem formas variadas: planos e esféricos. Olhando um espelho comum, vemos a nossa imagem com mesma forma e tamanho, mas que parece estar atrás do espelho à mesma distância em que estamos dele. Os raios que partem de um objeto, diante de um espelho plano, refletem-se no espelho e atingem nossos olhos permitindo assim a reflexão da nossa imagem. Deste modo recebemos raios luminosos que percorreram uma trajetória angular e temos a impressão de que vem de algo atrás do espelho, em linha reta, ou seja, mentalmente prolongamos os raios refletidos, em sentido contrário, para trás do espelho. Existem diversos tipos de espelhos. Os mais utilizados são: os espelhos planos e os espelhos esféricos. Um espelho plano é uma superfície plana que produz imagens virtuais e simétricas dos objetos. Assim, a imagem dada por um espelho plano é do mesmo

tamanho que o objeto, é virtual, uma vez que não se pode projetar num alvo, é direita e é simétrica, ou seja, invertida lateralmente (enantiomorfo).

e) A figura 1 mostra um espelho plano e também demonstra as leis da óptica. Conforme a (Figura 1).

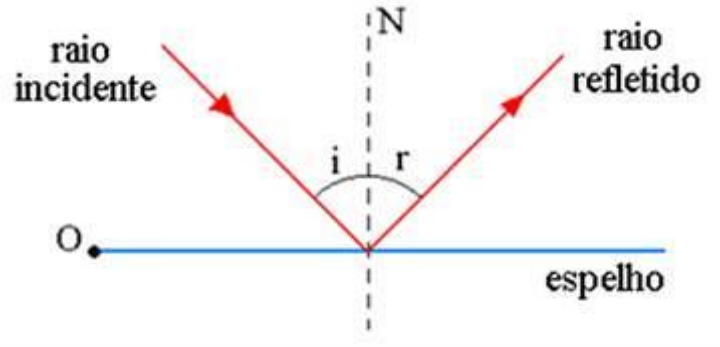


Figura 1 – Espelho plano refletindo um raio luminoso
Fonte: (MARQUES, 2018)

Espelhos esféricos resultam do corte de uma esfera em que uma de suas superfícies é espelhada, com reflexão regular. Assim, surgem dois tipos de espelhos, os côncavos e os convexos. No primeiro a superfície refletora é interna, e no segundo externa. Esses espelhos obedecem às mesmas leis de reflexão da luz dos espelhos planos da óptica geométrica. Para os espelhos côncavos pode se verificar que todos os raios luminosos que incidirem ao longo de uma direção paralela ao eixo secundário passam por (ou convergem para) um mesmo ponto focal principal do espelho (ou simplesmente foco do espelho). Para realizar o cálculo do foco é usada a equação.

$$F = r/2 \quad (1)$$

Onde r é o raio da circunferência de formação do espelho côncavo e F é o focal principal do espelho.

Um exemplo prático da utilização dos espelhos são os micrômetros ópticos, os quais utilizam todas as leis mostradas acima para fazer a determinação de uma medida dimensional. Para realizar essas medidas, esses equipamentos são compostos de um motor com um espelho de algumas faces preso ao seu eixo. O motor é o responsável por fazer a varredura sobre o material e como ele gira em uma velocidade contínua é possível fazer essa medição comparando os intervalos de sombra da luz. (Figura 2) mostra os tipos de aplicações desses equipamentos.

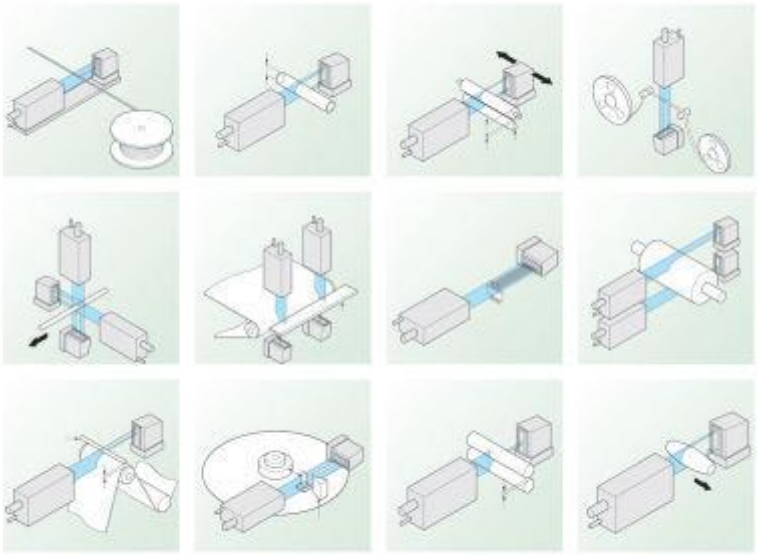


Figura: 2 catálogos mitutoyo – Fonte: (MITUTOYO 2018)

2.1 Sequenciamento e Controle Fácil

Controlador de Tempo CC320 visão de máquina sem precisar de um CLP (Controlador Lógico Programável) (Figura 3).

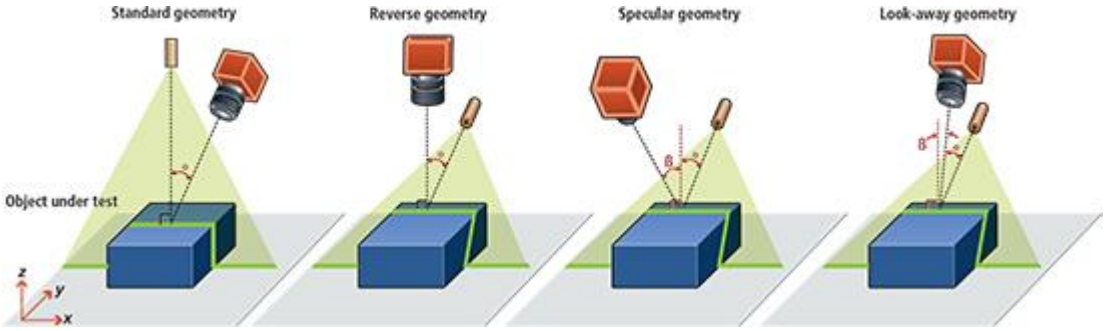


Figura 3- configurações comuns para sistemas de visão de máquina com base na triangulação 3D.
Fonte: (MACHINE Vision, Coherent, Inc 2016)

2.2 Poder da linha de laser

Conhecer os parâmetros da linha de laser projetada é fundamental para criar e calibrar um sistema preciso de medição 3D. Todos os projetores de linha criam um feixe que não é perfeitamente reto nem homogêneo e cujas propriedades variam com a distância

do projetor. Somente quando essas características são compreendidas e quantificadas, é possível obter medições precisas.

Um parâmetro chave é a uniformidade de potência do feixe de linha, flutuações nas quais ocorrem devido a variações de fabricação e defeitos de tolerância. Estes manifestam-se como variações de intensidade (particularmente nas bordas do feixe a laser), perfis de intensidade superior não planos e dispersão de luz. Cada um desses efeitos pode levar a erros de medição.

A maioria dos fabricantes de geradores de linha a laser especifica a uniformidade de linha como a variação no perfil de intensidade do valor médio de intensidade em uma determinada região. Normalmente, essa região é escolhida para excluir os extremos da borda do feixe, porque é onde as não-uniformidades são tipicamente mais pronunciadas.

O problema com essa abordagem é duplo. Em primeiro lugar, isso não impede que o feixe tenha grandes variações absolutas de potência, desde que elas tenham uma média ao longo do comprimento de todo o feixe. Em segundo lugar, ignora as bordas onde os feixes são tipicamente os mais malcomportados.

> A, Coherent desenvolveu um padrão rigoroso para a uniformidade do feixe, que inclui essencialmente todo o feixe. Especificamente, a borda do feixe é definida como o ponto em que a potência do feixe caiu para 80% de seu valor de pico normalizado. O valor médio da intensidade do feixe deve ser mantido em toda essa região e o nível de potência absoluta não pode cair abaixo de 75% do valor máximo em qualquer lugar dessa região (Figura 4). Isso cria um requisito de uniformidade muito mais rigoroso do que apenas especificar um valor médio em uma região selecionada do feixe de luz. (MACHINE Vision, Coherent, Inc 2016 vol.1, 7

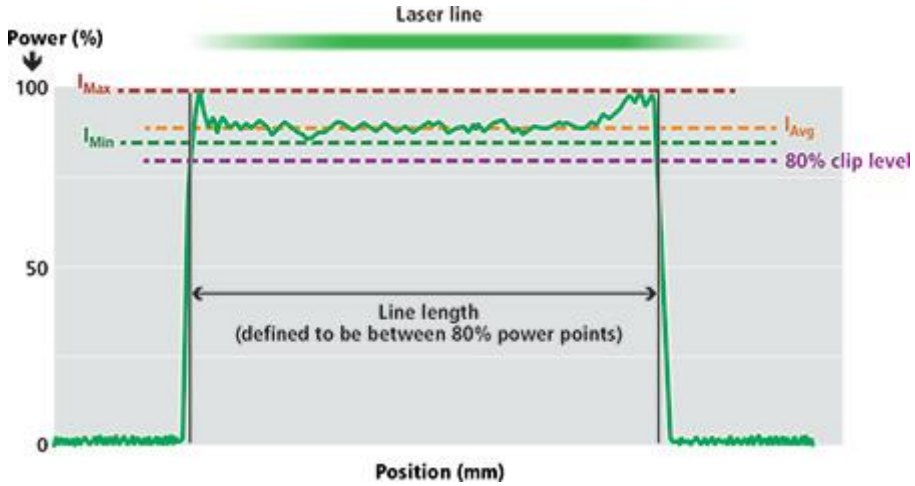


Figura 4 - Gráfico de intensidade vs. posição para uma linha de laser indicando a intensidade de pico (Imax), intensidade mínima (IMin), intensidade média (IAvg) e 80% da potência de pico.

Fonte: (MACHINE Vision, Coherent, Inc 2016)

Essa definição mais rigorosa oferece dois importantes benefícios para os desenvolvedores de sistemas. Primeiro, ele gera maior potência na linha projetada para uma dada classificação de segurança do Centro de Dispositivos e Saúde Radiológica (CDRH), que se traduz diretamente em uma melhor relação sinal-ruído (SNR) na imagem coletada, gerando uma resposta mais rápida e precisa. Sistema de visão. Isso ocorre porque a classificação CDRH é baseada na potência de pico, não importa onde ocorra no feixe. Assim, se houver picos de potência nas bordas do feixe (o que é acontece com frequência), enquanto a seção intermediária do feixe tiver um valor de potência muito menor, a classificação de segurança será baseada nos valores mais altos.

O sistema de medições a laser, consiste em uma melhor praticidade e eficiência, no meio produtivo, através do trabalho apresentamos essa tecnologia para uma melhor eficácia e diminuição de tempo de entrega do produto final ao cliente, sem a necessidade de passar pelo sistema de qualidade sendo que a própria máquina já exerce tal função, assim cortando custos para a empresa.

Pode-se alcançar tal desempenho devido à alta precisão do sistema a laser, sendo o mesmo capaz de verificar a qualidade desejada de uma linha produtiva em serie por meio dos seus feixes de luz, capazes de fornecer a exatidão ou não de uma peça, poupando assim o tempo de produção e viabilizando um processo com menor índice de erros e maior qualidade em seu produto final.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado no tema proposto discutido neste trabalho, podemos concluir que a medição a laser, se caracteriza, pela alta precisão e pelo seu menor tempo de execução da medição proposta em uma linha produtiva, maximizando assim seus resultados.

REFERÊNCIAS

Aoki N., Misaka A., Miyaoka M. Sistema de visão 3D para objetos cilíndricos usando padrões de destaque produzidos por fontes de luz de 2 pontos de uma só vez; **Anais**... da

Conferência Anual do SICE 2002; Osaka, Japão 5 a 7 de agosto de 2002; pp. 1915-1917.

COHERENT. **Categorias de lasers.** Disponível em: <https://www.coherent.com/applications/group/scientific>. Acesso em: 14 abr. 2018.

Choi BK, Sim MS, Lee DW Estimação do raio e espessura de objetos cilíndricos usando análise de dispersão por ondas de choque em água; **Anais**...da Tecnologia Submarina IEEE; Pallikaranai Chennai, Índia. 23 a 25 de fevereiro de 2015.

Demeyere M., Eugene C. Medição de objetos cilíndricos por telemetria a laser em um contexto ambulatorial; **Anais**... da Conferência de Tecnologia de Instrumentação e Medição IEEE de 2002; Anchorage, AK, EUA. 21 a 23 de maio de 2002; pp. 1571-1576.

Demeyere M., E. Dereine, Eugene C. Medição de objetos cilíndricos através de telemetria a laser: Aplicação a um novo paquímetro florestal. IEEE Trans. Instrum Meas. 2002; 51 : 645–649. doi: 10.1109 / TIM.2002.802264.

Demeyere M., Eugene C. Medição de objetos cilíndricos por telemetria a laser: Uma generalização para um cilindro inclinado aleatoriamente. IEEE Trans. Instrum Meas. 2004; 53 : 566-570. doi: 10.1109 / TIM.2003.820464.

Demeyere M., Rurimunzu D., Eugene C. Medição de Diâmetro de Objetos Esféricos por Triangulação a Laser em um Contexto Ambulatorial. IEEE Trans. Instrum Meas. 2007; 56 : 867-872. doi: 10.1109 / TIM.2007.894884.

LASER, Lap. **TUBE MEASURING:** NON-CONTACT MEASUREMENT FOR TUBE PRODUCTION. Disponível em: <https://www.lap-laser.com/fileadmin/lap-laser/documents/downloads/pdf/brochures/STEEL_TUBES_bro_en_1-18_2016-03-03_mix2.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2018.

Lin HI, Hsueh YC Uma abordagem de medição de posição automática para objetos cilíndricos; **Anais**... do 9 Congresso Mundial sobre Controle Inteligente e Automação (WCICA); Taipei, Taiwan. 21 a 25 de junho de 2011; p. 1035-1040.

Li L. Análise de Regressão Linear Local de Suavização Dupla de Dados em Cluster. Imprensa da Universidade Normal da China Central; Wuhan, China: 2015.

MITUTOYO. **Scanner a laser sem contato.** Disponível em: <http://www.aeroexpo.online/pt/prod/mitutoyo-europe/product-172092-24255.html>. Acesso em: 03 mar. 2018.

Nikhil S., Alexander P., C. Caixia, Markus R., Alois K. Objeto detecção usando representações de limite de formas primitivas; **Anais**... da Conferência Internacional IEEE 2015 sobre Robótica e Biomimética; Zhuhai, China. 6 a 9 de dezembro de 2015; pp. 108–113.

Oleari F., F. Kallasi, Lodi Rizzini D., Aleotti J., Caselli S. Avaliação de desempenho de um sistema de visão estéreo de baixo custo para detecção de objetos subaquáticos; Proceedings; **Anais**... do 19º Congresso Mundial da Federação Internacional de Controle Automático; Cidade do Cabo, África do Sul. 24 a 29 de agosto de 2014; pp. 3388–3394.

Pavlov V., Ruser H., Horn M. Extração de recurso de uma matriz de sensores infravermelhos para localização e reconhecimento de superfície de objetos cilíndricos móveis; **Anais**...da Conferência de Tecnologia de Instrumentação e Medição IEEE 2007; Varsóvia, Polónia. 1 a 3 de maio de 2007; pp. 1-6.

Richtsfeld M., Schwarz R., Vincze M. Detecção de objetos cilíndricos em cenas de mesa; **Anais**...do 19 Workshop Internacional de Robótica na região de Alpe-Adria-Danúbio; Budapeste, Hungria. 23 a 25 de junho de 2010; pp. 363–369.

Sareh S., Noh Y., Li M., T. Ranzani, Liu H., Althoefer K. Macro-curva de detecção óptica para medição de pose em braços macios do robô. Mater inteligente. Struct. 2015; 24 : 125024. doi: 10.1088 / 0964-1726 / 24/12/125024.

Shihab S., Al-Nuaimy W., Eriksen A. Estimação de raio para objetos cilíndricos de subsuperfície detectados por radar de penetração no solo; **Anais**...da 10 Conferência Internacional sobre Radar de Penetração no Solo; Delft, Holanda. 21 a 24 de junho de 2004; pp. 319-322.

Sklar E., Sareh S., Secco E., A. Faragasso, Althoefer K. Um modelo não linear para prever a posição da ponta de um segmento flexível de braço robótico usando dados do sensor de flexão. Sens. Transdutores. 2016; 199 : 52-61.

Tamura H., Sasaki T., Hashimoto H. Sistema de Medição de Posição para Objetos Cilíndricos usando o Laser Range Finder; **Anais**... da Conferência Anual do SICE 2010; Taipei, Taiwan. 18 a 21 de agosto de 2010; pp. 291-296.

Um X., Zhou Z., Hu D. Ajuste de elipse baseado em mínimos quadrados não lineares. Comput. Eng. Appl. 2009; 45 : 188-190.

Wang J., Gao B., Zhang X. Correção de erros para medição de alta precisão de diâmetro de objetos cilíndricos baseado na visão de máquina; **Anais**... da 12 Conferência Internacional do IEEE sobre Medição e Instrumentos Eletrônicos (ICEMI); Qingdao, China. 16 a 19 de julho de 2015; pp. 1113-1117.

ESTUDO SOBRE CUSTOS NO TINGIMENTO DE ALGODÃO EFETUADO COM CORANTES À TINA E REATIVOS BIFUNCIONAIS

Gabriela Coltre de Souza Quadrado [1]
Katia Vanusa de Oliveira Freire [2]
Rebeca Soares Silva [3]
Jorge Marcos Rosa [4]

RESUMO

Este estudo comparou tingimentos efetuados com corantes à tina e corantes reativos bifuncionais em duas cores distintas sobre tecido de algodão. Foram analisados os custos ecológicos e de produção, as solidezes das cores à fricção, à água e ao suor. Os experimentos com corantes à tina apresentaram ligeira vantagem em termos de custos ecológicos e de produção, gerando menor consumo de energia e menor quantidade de dióxido de carbono desprendido na atmosfera do que os experimentos conduzidos com corantes reativos. Além disso, os corantes à tina apresentaram valores mais altos nos índices testados de solidez da cor.

Palavras-chave: Tingimento têxtil. Corantes à tina. Corantes reativos. Custos de Produção. Custos ecológicos. Solidez da cor.

1. INTRODUÇÃO

O setor têxtil é responsável por grande parte da economia dos países desenvolvidos, como bem como a principal atividade econômica de alguns países em desenvolvimento [1]. Neste setor, todos os produtos são alvejados, tingidos, lavados ou estampados, necessitando de uma quantidade média de 75 litros de água para cada quilograma tratado [2]. Houve um aumento alarmante do consumo de água de aproximadamente 2,2 milhões de m^3 nos últimos três anos e, devido a escassez de água e os altos custos do tratamento, torna-se essencial a procura por métodos alternativos que permitam a reutilização do efluente, propiciando sustentabilidade nos vários processos de coloração [3].

[1] Graduanda em Tecnologia de Produção do Vestuário. E-mail: gabizinha.coltre@gmail.com
[2] Graduanda em Tecnologia de Produção do Vestuário. E-mail: katia.freire@live.com
[3] Graduanda em Engenharia de Produção, Aluna do Curso de Técnico Têxtil. Email: becas2mimi@gmail.com
[4] Orientador. E-mail: jotarosa@hotmail.com

Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar o desenvolvimento de duas cores em tecidos de algodão com duas classes distintas de corante. Por conta do evento 2018 FIFA *World Cup*, sempre há aumento no tingimento com duas das cores da Bandeira Brasileira, sendo a amarela (Pantone TC-120643) e a verde (Pantone TC-186024). Os tingimentos geralmente são realizados principalmente em tecidos ou em peças confeccionadas de algodão, principal fibra utilizada atualmente em confecções brasileiras. Os tingimentos efetuados com as duas classes de corantes foram investigados por meio de análise dos balanços energéticos, da solidez das cores obtidas e dos custos ecológicos envolvidos nos processos de tingimento.

1.1. Corantes reativos

São de relativa facilidade de aplicação, possuem boa resistência a tratamentos úmidos e seu uso e comercialização representam 57% de todos os corantes utilizados no Brasil [4,5]. Uma quantidade considerável de pesquisas tem sido conduzida sobre tratamento de efluentes oriundos de tingimentos com corantes reativos, devido aos altos níveis de corante residual, quantidade de água necessária para a lavagem e ineficácia das técnicas atuais de tratamento para remover a cor do efluente. Além disso, os tratamentos convencionais de efluentes, principalmente adsorção e biodegradação aeróbica, mostraram-se ineficientes para a completa eliminação de muitos corantes reativos. Esse tipo de corante também requer uma grande quantidade de água durante a lavagem para remoção do corante hidrolisado da superfície da fibra [6-8]. Os corantes reativos utilizados neste estudo foram dois do tipo hetero-bifuncional vinilsulfônico e monoclorotriazina [*Reactive Yellow 145* (RY145) e *Reactive Red 195* (RR195)] e dois do tipo mono funcional vinilsulfônico [*Reactive Blue 19* (RB19) e *Reactive Blue 21* (RB21)], aplicados de acordo com recomendações do fornecedor (Golden Tecnologia).

1.2. Corantes à tina

Os corantes à tina possuem uma gama de tonalidade muito mais opaca do que os corantes reativos, entretanto no tingimentos de fibras celulósicas proporcionam os melhores níveis de solidez da cor. A produção destes corantes no Brasil foi de aproximadamente 22% do total de 23.000 toneladas de todos os corantes produzidos pela Clariant em 2010 [9]. São insolúveis em água e o tingimento com esse tipo de corante baseia-se no princípio de conversão de grupos cetônicos em grupos do tipo enolato de sódio, por redução em meio alcalino. Esta forma é solúvel em água e tem

uma alta substantividade para com a celulose. Após a adsorção, migração e difusão, os corantes estabelecem ligações de hidrogênio com a fibra. Depois do tingimento, o corante necessita de uma oxidação para regressar à forma original, adquirindo excelentes níveis de solidezes aos tratamentos úmidos [10,11]. Os corantes à tina utilizados neste estudo foram o *Vat Yellow 33* (VY33), o *Vat Green 1* (VG1) e o *Vat Green 3* (VG3), alta alcalinidade, processo IN, temperatura de máxima afinidade a 60 °C e aplicados por processo de semi-pigmentação de acordo com as instruções do fornecedor (Dystar).

2. METODOLOGIA

2.1. Tingimento

Os tingimentos foram realizados em equipamento de laboratório (Mathis HT Alt-1), utilizando-se uma relação de (RB) igual a 1:10, sendo 10 litros de água para cada quilograma de substrato. Os reagentes utilizados no alvejamento, tingimento e pós-tratamento foram peróxido de hidrogênio 50 % [H_2O_2 (Cromoline)]; ácido sulfúrico 98 % [H_2SO_4 (Labsynth)], hidróxido de sódio 50 % [NaOH (Labsynth)] e ditionito de sódio 95% [$Na_2S_2O_2$ (Labsynth)]; umectante, detergente não-iônico, dispersante não-iônico, enzima catalase, YR145, RR195, RB19 e RB21 (Golden Tecnologia); VY33, VG1 e VG3 (Dystar). Todos os ensaios foram efetuados em malha de algodão, fio cardado 30/1 Ne, gramatura de 120 g m^{-2}, produzido em circular Orizio, modelo John/C, três alimentadores por polegada, diâmetro de 30 polegadas, finura 28, 30 RPM.

As formulações para os tingimentos com corantes reativos estão descritas na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Formulações para as cores desenvolvidas com corantes reativos

Ordem de adição	Insumos químicos	Verde 186024	Amarelo 120643
A	Detergente (g L^{-1})	1,00	1,00
	Dispersante (g L^{-1})	1,00	1,00
	NaOH 50 ºBé (mL L^{-1})	2,00	2,00
	Na_2SiO_3 (g L^{-1})	0,50	0,50
	H_2O_2 50 % (g L^{-1})	2,00	2,00
B	H_2SO_4 (mL L^{-1})	0,14	0,14
C	Catalase (%)	0,50	0,50
D	NaCl (g L^{-1})	60,00	30,00
E	RY145	1,10	1,00
	RB19	0,80	-
	RB21	1,50	-
F	Na_2CO_3 (g L^{-1})	15,00	10,00
G	Dispersante (g L^{-1})	1,00	1,00

O processo, executado estritamente sob instruções da empresa fornecedora dos corantes reativos, encontra-se demonstrado graficamente na Figura 1.

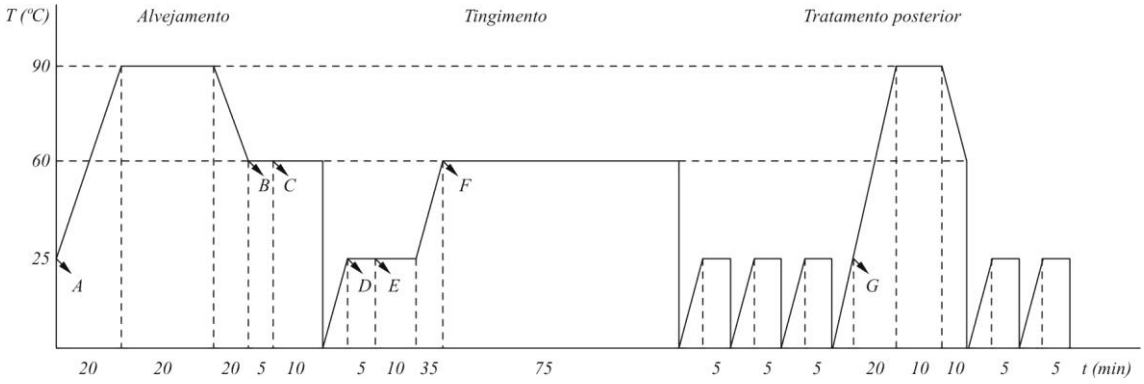


Figura 1. Processo de tingimento com corantes reativos

As formulações para os tingimentos com corantes à tina estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Formulações para as cores desenvolvidas com corantes à tina

Ordem de adição	Insumos químicos	Verde 186024	Amarelo 120643
A	Detergente (g L^{-1})	0,50	0,50
	NaOH 50 ºBé (mL L^{-1})	12,00	8,00
B	VY 33 (%)	0,66	0,90
	VG1 (%)	0,66	-
	VG3 (%)	0,66	-
C	$Na_2S_2O_4$ (g L^{-1})	6,00	4,00
D	Detergente (g L^{-1})	1,00	1,00
	Dispersante (g L^{-1})	1,00	1,00
	Na_2SiO_3 (g L^{-1})	0,50	0,50
	H_2O_2 50 % (g L^{-1})	2,00	2,00
E	H_2SO_4 (mL L^{-1})	0,14	0,14
F	Catalase (%)	0,50	0,50

O processo, executado estritamente sob instruções da empresa fornecedora dos corantes à tina, encontra-se demonstrado graficamente na Figura 2.

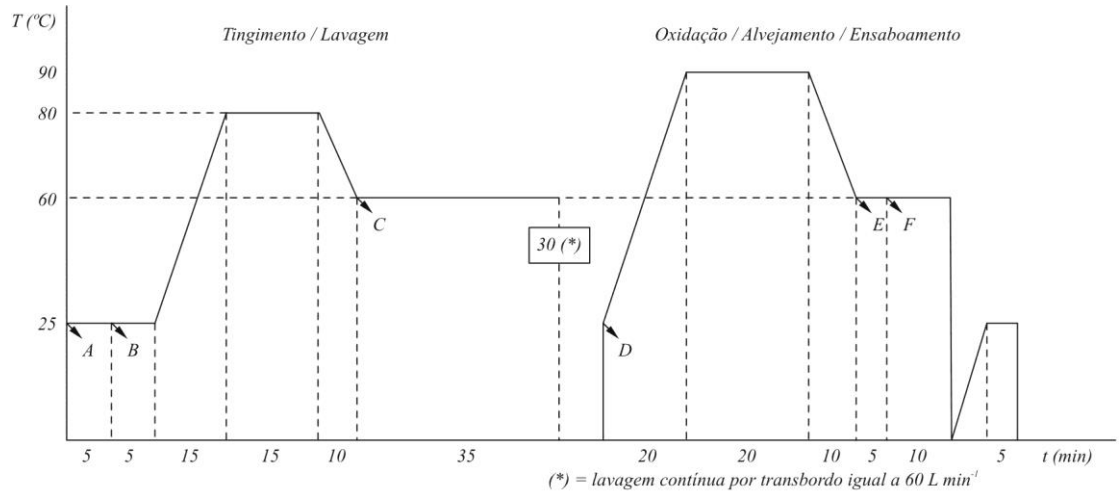


Figura 2. Processo de tingimento com corantes à tina

Os desvios parciais entre as cores estudadas (Δa^*, Δb^* e ΔL^*) foram obtidos por espectrofotometria, sob iluminante D_{65}, 10º, calculando-se a distância Euclidiana entre as cores (ΔE^*), conhecida também por Desvio Total, através da Equação 1.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2} \quad (1)$$

Onde:

Δa^* = desvio no eixo verde/vermelho;

Δb^* = desvio no eixo amarelo/azul;

ΔL^* = desvio no eixo da Luminosidade;

Sendo todos os eixos avaliados no Sistema CIELab.

2.2. Custos Ecológicos

2.2.1. Balanços de Energia

Para determinar o consumo teórico de energia elétrica para cada quilograma de substrato beneficiado no equipamento (Jet HT Riviera Eco, capacidade de 50 kg e potência instalada igual a 7,4 kWh), calculou-se o tempo dos processos de tingimento e aplicou-se a Equação 2.

$$Q_1 = \frac{kWh \cdot 3{,}60 \cdot 10^6}{50 \cdot 60} = kWh \cdot t \cdot 1{,}20 \cdot 10^3 \quad (2)$$

Onde:

Q_1 = J kg^{-1};

t = minutos e;

kWh = potência instalada.

Adotou-se massa específica da água igual a 1,0 g cm^{-3} para determinar o consumo de energia térmica para cada quilograma de substrato beneficiado, aplicando-se a Equação 3.

$$Q_2 = \Delta T \cdot Cp_{H_2O} \cdot m_{H_2O} \cdot 10^{-3} \quad (3)$$

Onde:

Q_2 = J kg^{-1};

T = temperatura em Kelvin;

Cp = calor específico da água em J kg^{-1} K^{-1};

m = massa da água em gramas.

2.2.2. Combustível

De acordo com o fornecedor Companhia de Gás de São Paulo (Comgás), o gás combustível usado para obtenção da energia térmica no gerado de vapor instalado

no CFP 1.07 possui composição, em volume, de 89,0% de metano, 6,0% de etano e 1,8% de propano. Com base nos valores de Poder Calorífico Inferior (PCI) referentes à norma ASTM D 3588-98, descritos por José [12] como sendo $3{,}70 \cdot 10^7$ J m^{-3} para o metano; $7{,}00 \cdot 10^7$ J m^{-3} para o etano e $9{,}23 \cdot 10^7$ J m^{-3} para o propano, adotou-se o PCI médio do combustível utilizado como sendo $4{,}20 \cdot 10^7$ J m^{-3}. Para o cálculo do volume de gás necessário para o aquecimento da água necessária para o beneficiamento de um quilograma de substrato, utilizou-se a Equação 4.

$$V = \frac{Q_2}{4{,}20 \cdot 10^7 \cdot E_{GV}} \tag{4}$$

Onde:

V = m^3 kg^{-1};

Q_2 = J kg^{-1} (valor obtido na Equação 3);

E_{GV} = eficiência do gerador de vapor (Etna GHV-2000 com capacidade de produção de vapor igual a $5{,}56 \cdot 10^{-1}$ kg s^{-1}, Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA) igual a 1,0 MPa e operando com rendimento de 85%).

2.2.3. Emissão de dióxido de carbono (CO_2)

Para o cálculo da emissão de massa de CO_2 desprendida durante o fornecimento de energia térmica para os processos de coloração, adotando-se a lei dos gases ideais e sob condições padrões de temperatura e pressão, utilizou-se a Equação 5.

$$m_{CO_2} = \frac{P \cdot V \cdot 4{,}40 \cdot 10^{-2} \cdot FC}{R \cdot T} \tag{5}$$

Onde:

mCO_2 = massa em kg;

P = 101,3 kPa;

V = valor obtido na Equação 4;

R = $8{,}314 \cdot 10^3$ m^3 kPa mol^{-1} K^{-1};

T = 273,15 K e;

FC = fator de carbono na mistura = 1,10.

2.2.3. Índices de solidezes

Os ensaios das propriedades de solidez das cores à água, à fricção e ao suor, foram executados de acordo com as Normas ABNT NBR ISO 105-E01, NBR ISO 105-X16 e NBR ISO 105-E04, respectivamente. As avaliações de alteração (A) e

transferência (T) foram efetuadas por espectrofotometria, sob iluminante D_{65}, 10º (Konica-Minolta CM 3600d). As amostras foram acondicionadas por 24 h em atmosfera padrão, em temperatura de 20 ± 2 ºC e umidade relativa de 65 ± 2 % (GUN e TIBER, 2011).

3. RESULTADOS

3.1. Cores

Os resultados referentes às cores obtidas nos processos de tingimento estão descritos na Tabela 3, sendo os desvios Δa^*; Δb^*; ΔL^* e o ΔE^* em espaço CIELab e entre o ponto representando a cor da amostra e a cor padrão (Pantone).

Tabela 1. Valores de desvios parciais e totais entre as cores desenvolvidas e o padrão

Eixo	Cor	Pantone (Padrão)	Corantes Reativos	Corantes à tina	Desvios parciais (*versus* padrão)		Desvio Total (*versus* padrão)	
					Corantes Reativos	Corantes à tina	Corantes Reativos	Corantes à tina
*a**	Verde em 530 nm	186024	-24,58	-24,92	-24,34	0,34	-0,24		
*b**			9,32	10,11	9,95	-0,79	-0,63	**0,94**	**0,70**
*L**			43,89	43,50	44,08	0,39	-0,19		
*a**	Amarelo em 560 nm	120643	-4,88	-4,73	-4,67	-0,15	-0,21		
*b**			65,58	65,56	64,30	0,02	1,28	**1,57**	**1,30**
*L**			85,32	86,88	85,43	-1,56	-0,11		

Observa-se que, os valores de ΔE^* entre as cores desenvolvidas com as duas classes de corantes em relação ao padrão ficaram abaixo de 1,6 pontos, valor aceitável dentro dos padrões praticados na indústria brasileira de confecção [17].

3.2. Custos de produção

Os custos de produção com insumos para a execução dos tingimentos com as duas classes de corantes estão demonstrados na Tabela 4, a seguir.

Tabela 4. Consumo de insumos por quilograma de substrato beneficiado

Insumos químicos	Preço (US$)	Unidade	Verde				Amarelo			
			Reativo		Tina		Reativo		Tina	
NaOH 50 ºBé (L)	2,29	mL L^{-1}	2,00	0,05	12,00	0,27	2,00	0,05	8,00	0,18
H_2O_2 50 % (L)	2,26		2,00	0,05	2,00	0,05	2,00	0,05	2,00	0,05
H_2SO_4 98 % (L)	7,35		0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01
Detergente (kg)	4,14	g L^{-1}	1,00	0,04	2,00	0,08	1,00	0,04	2,00	0,08
Dispersante (kg)	4,27		1,00	0,04	1,00	0,04	1,00	0,04	1,00	0,04
Na_2SiO_3 (kg)	2,55		0,50	0,01	0,50	0,01	0,50	0,01	0,50	0,01
$Na_2S_2O_4$ (kg)	6,10		-	-	6,00	0,37	-	-	4,00	0,24
NaCl (kg)	0,65		60,00	0,39	-	-	30,00	0,20	-	-
Na_2CO_3 (kg)	2,13		15,00	0,32	-	-	10,00	0,21	-	-
Catalase (kg)	12,91	%	0,50	0,06	0,50	0,06	0,50	0,06	0,50	0,06
RY145 (kg)	13,58		1,10	0,15	-	-	1,10	0,15	-6,12	-
RB19 (kg)	37,50		0,80	0,30	-	-	-	-	-	-
RB21 (kg)	10,95		1,50	0,16	-	-	-	-	-	-
VY 33 (kg)	79,57		-	-	0,66	0,53	-	-	1,00	0,80
VG1 (kg)	94,90		-	-	0,66	0,63	-	-	-	-
VG3 (kg)	80,98		-	-	0,66	0,53	-	-	-	-
Água (m^3)	0,97	L	80	0,08	30	0,03	80	0,08	30	0,03
Mao de obra (min)	0,84	min	265	4,45	185	3,11	265	4,45	185	3,11
Total (em US$*/kg de substrato)			**6,12**		**5,72**		**5,35**		**4,62**	

OBS: RB = 1:10; equipamento de capacidade de tingimento igual a 50 kg; dólar em 13/06/2018

Apesar de possuir preço por quilograma três vezes maior, em média, de corante comercializado, os corantes à tina levam ligeira vantagem contra os corantes diretos, quando levado em consideração a mão-de-obra despendida durante o tempo de processo, além do consumo de água. Na cor Verde, o tingimento efetuado com corantes à tina teve um custo/kg de produção na ordem de US$ 0,40 a menos do que o tingimento efetuado com corantes reativos e, na cor Amarela, a diferença ficou em US$ 0,73 a menos, demonstrando vantagem dos corantes à tina mais uma vez.

3.3. Custos ecológicos

Os resultados dos balanços de energia elétrica e térmica, volume gasto de gás combustível e emissão de CO_2 estão demonstrados na Tabela 5.

Tabela 5. Custos ecológicos por quilograma de substrato beneficiado

Gasto/ kg	Reativo	À tina	Δ
Energia elétrica (J)	$2{,}35 \cdot 10^{6}$	$1{,}36 \cdot 10^{6}$	$\mathbf{7{,}28 \cdot 10^{6}}$
Energia térmica (J)	$6{,}90 \cdot 10^{2}$	$5{,}02 \cdot 10^{2}$	$\mathbf{1{,}88 \cdot 10^{2}}$
Gás combustível (m^3)	$1{,}33 \cdot 10^{-2}$	$9{,}77 \cdot 10^{-3}$	$\mathbf{3{,}53 \cdot 10^{-3}}$
Energia Térmica (kg)	$2{,}15 \cdot 10^{-2}$	$1{,}57 \cdot 10^{-3}$	$\mathbf{1{,}99 \cdot 10^{-2}}$

Os tingimentos efetuados com corantes à tina apresentaram valores mais baixos de custos ecológicos do que os tingimentos efetuados com corantes reativos. A diferença no consumo de energia foi de $7{,}28 \cdot 10^{6}$ J e de $1{,}88 \cdot 10^{2}$ J a menos, elétrica e térmica respectivamente. O consumo do gás combustível foi inferior a $3{,}53 \cdot 10^{-3}$ m^3 e, como esperado, a emissão de dióxido de carbono também foi menor em $1{,}99 \cdot 10^{-2}$ kg. Além disso, o consumo de água no tingimento com os corantes à tina foi de 30 litros por quilograma contra 80 litros por quilograma necessários para o tingimento com os corantes reativos, perfazendo uma economia de 37% no consumo de água.

3.4. Índices de solidezes

Os resultados dos ensaios de solidezes efetuados estão demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6. Valores das solidezes obtidas

Solidez da cor			Reativo		À tina	
			A	T	A	T
Verde	Água		4	3	4/5	4/5
	Suor	Ácido	3/4	3	4	4
		Alcalino	4	3	4	4/5
	Fricção	Seco	-	5		5
		Úmido	-	4/5		4/5
Amarelo	Água		3	3/4	4	4/5
	Suor	Ácido	4/5	4	4	4/5
		Alcalino	4	3/4	4	4/5
	Fricção	Seco	-	5	-	5
		Úmido	-	5	-	5

Nos ensaios de solidez da cor, os corantes à tina levam ligeira vantagem sobre os corantes reativos. Como descrito anteriormente, o fato dos corantes à tina serem insolúveis em água em sua forma original é uma de suas principais vantagens

quando se trata de índices de solidezes aos tratamentos úmidos. Devido a isso, as propriedades de resistência à umidade são maiores do que as de outras classes de corantes utilizadas no tingimento de fibras de algodão.

4. CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que, para a obtenção de duas cores efetuadas em tecidos de algodão com duas classes distintas de corantes, é importante a análise do processo, e seus resultados, como um todo. Apesar de possuírem preço/kg quase três vezes mais alto do que os corantes reativos, os corantes à tina causam menor impacto ecológico. A energia elétrica despendida durante o processo de tingimento foi 25% menor, a energia térmica e o consumo de água foram 35% menores e os índices de solidezes apresentaram maiores valores nos quesitos analisados. Além disso, os custos de produção foram menores para as duas cores desenvolvidas.

No entanto, os tingimentos efetuados com corantes à tina necessitam de um acompanhamento mais rigoroso do que os tingimentos efetuados com corantes reativos, principalmente devido ao maior número de variáveis de controles necessárias em seus processos (ROSA, 2008).

O uso final do produto é um fator decisivo assim como a necessidade do cliente a respeito das propriedades ideais para este produto. É importante ressaltar que muitos estudos devem ser efetuados antes da tomada de decisão a respeito dos produtos e do processo a serem aplicados. A variedade nas classes de corantes para a indústria têxtil é imensa e, sendo assim, estudos preliminares são extremamente importantes para obterem-se os melhores resultados.

Agradecimentos

Às empresas Golden Tecnologia e Dystar, pelos corantes e insumos químicos e ao Programa de Apoio à Pesquisa do SENAI-SP.

5. REFERÊNCIAS

[13] ABNT NBR ISO 105-E01:2011. Ensaios de solidez da cor. Parte E01: Solidez à água.

[14] ABNT NBR ISO 105-E04:2009. Ensaios de solidez da cor. Parte E04: Solidez ao suor.

[15] ABNT NBR ISO 105-X16:2009. Ensaios de solidez da cor. Parte X16: Solidez à fricção.

[6] AL-DEGS, Y. S., EL-BARGHOUTHI, M. I., EL-SHEIKH, A. H.: Effect of solution pH, ionic strength, and temperature on adsorption behavior of reactive dyes on activated carbon. **Dyes and Pigments** 77, pp. 16-23, 2008.

[8] BELESSI, V.; ROMANOS, G.; BOUKOS, N.: Removal of Reactive Red 195 from aqueous solutions by adsorption on the surface of TiO_2 nanoparticles. **Journal of Hazard Materials** 170, pp. 836-844, 2009.

[16] GUN, A. D.; TIBER, B.: Color, colorfastness, and abrasion properties of 50/50 bamboo/cotton blended plain knitted fabrics in three different stitch lengths. **Textile Research Journal** 81, pp. 1903–1915, 2011.

[1] IGNACHEWSKI, F.; FUJIWARA, S. T.; COTICA, L. F.: Degradation of reactive dyes by photo-fenton process involving the use of molecular sieve 4A modified with Fe^{3+}. **Quimica Nova** 338, pp. 1640–1645, 2010.

[12] JOSÉ H. J.: **Combustão e combustíveis**. Departamento de Engenharia Química e de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2004.

[7] OLIVEIRA, P. A.; ROSA, J. M.; SILVEIRA, E.; LEVY, S. M.; SOUZA, R. S.; TAMBOURGI, E. B.; SANTANA, J. C. C.: Aplicação de planejamento fatorial no estudo da biodegradação do reactive black 5. **Química Têxtil** 97, pp. 48-54, 2009.

[3] RIERA-TORRES, M.; GUTIERREZ-BOUZAN, M. C.; MORELL, J. V.: Influence of electrochemical pre-treatment in dyeing wastewater reuse for five reactive dyes. **Textile Research Journal** 81, pp. 1926–1939, 2011.

[5] ROSA, J. M.; FILETI, A. M. F.; TAMBOURGI, E. B.; SANTANA, J. C. C.: Dyeing of cotton with reactive dyestuffs: the continuous reuse of textile wastewater effluent treated by Ultraviolet / Hydrogen peroxide homogeneous photocatalysis. **Journal of Cleaner Production** 90, pp. 60-65, 2015.

[9] ROSA, J. M.: Efluentes no beneficiamento têxtil: reutilização do efluente tratado via fotocatálise homogênea UV/H_2O_2 no tingimento de tecidos 100% algodão. **Tese**. Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

[18] ROSA, J. M.: Reativo ou tina? Vantagens e desvantagens no tingimento de fios de algodão 100% acondicionados em bobinas cruzadas. **Química Têxtil** 93, pp. 12-28, 2008.

[17] ROSA, J. M.; TAMBOURGI, E. B.; SANTANA, J. C. C.; ARAUJO, M. C.; MING, W. C.; TRINDADE, N. B.: Development of colors with sustainability: a comparative study between dyeing of cotton with reactive and vat dyestuffs. **Textile Research Journal**, Sage, Vol. 84(10), p.1009–1017, doi:10.1177/0040517513517962, 2014.

[4] SALEM, V.: Tingimento têxtil: Fibras, conceitos e tecnologias. Ed. Blucher, Sao Paulo, pp.151–174, 2010.

[2] TRINDADE, N. B.: Tingimento com pigmento natural: um estudo empírico para redução do consumo de água utilizando máquina de lavanderia em peças confeccionadas com matéria prima 100% algodão. **Dissertação**. Escola de Artes, Ciências e Humanidades, EACH-USP, São Paulo, Brasil, 2016.

[10] ZOLLINGER, Z.: **Color chemistry: Syntheses, properties and applications on organic dyes and pigments**, 2nd Edition, New York: VCH Publishers, 496 p., 1991.

[11] SHORE, J. (Ed.): Colorants and auxiliaries: **Vol.1: Colorants**. UK: Society of Dyers and Colourists, 2nd Edition, Manchester, pp.356–443, 2002.

GAMUT EXPANDIDO PARA A IMPRESSÃO OFFSET EM QUATRO CORES

Ederson Marques de Souza [1]
Rodrigo Venturini Soares [2]

RESUMO

Este artigo tem como objetivo apresentar uma metodologia para o aumento da saturação das cores impressas em impressão offset, trabalhando com apenas as quatro cores de processo (CMYK). É baseado no projeto desenvolvido pela *Idealliance*, intitulado de XCMYK (*Expanded Gamut* CMYK), que anteriormente era conhecido como "*Gracol Plus*". O objetivo deste trabalho é utilizar tintas offset CMYK de *gamut* expandido para se obter maior quantidade de cores a serem reproduzidas em impressão offset, a fim de substituir o uso de tintas especiais para a impressão de trabalhos com mais de quatro cores. De acordo com os resultados obtidos, houve um aumento na saturação dos tons de azul e amarelo, enquanto os vermelhos e verdes apresentaram valores muito parecidos com os requisitados pela norma ABNT NBR NM ISO 12647-2.

Palavras chave: *Gamut* de cores. Impressão offset. Cores especiais. CMYK

1. INTRODUÇÃO

Esse objeto de estudo propõe a análise de uma metodologia para aumento da saturação das cores impressas no sistema offset, trabalhando com apenas as quatro cores de processo (CMYK). Tem como base o projeto desenvolvido pela *Idealliance*, intitulado de XCMYK (*Expanded Gamut* CMYK), anteriormente conhecido como "*Gracol Plus*". O objetivo deste trabalho é utilizar tintas offset CMYK de *gamut* expandido para se obter uma maior quantidade de cores a serem reproduzidas em impressão offset, a fim de substituir o uso de tintas especiais para a impressão de trabalhos com mais de quatro cores. O conceito original XCMYK surgiu da necessidade

[1]Pós Graduado em Gestão Avançada da Produção e Graduado em Tecnologia Gráfica na Faculdade SENAI de Tecnologia Gráfica – Instrutor de Formação Profissional na Escola SENAI Theobaldo De Nigris. E-mail: ederson.souza@sp.senai.br
[2]Pós Graduado em Design Intrucional na Unifei – Universidade Federal de Itajubá, Graduado em Comunicação Social na Faculdade Anhembi Morumbi – Instrutor de Formação Profissional na Faculdade SENAI de Tecnologia Gráfica. E-mail: rodrigo.soares@sp.senai.br

de superar limitações do *gamut* convencional de impressão offset, comparado com tecnologias de impressão digital, tais como jato de tinta e eletrofotográfico.

O projeto XCMYK envolveu um grupo de trabalho com mais de 100 pessoas em uma força tarefa especial do Comitê da *GRACoL* durante 15 meses, entre 2015 e 2016, em que foram realizadas 26 tiragens internacionais para testes em Hong Kong, China, Singapura, Malásia, Paquistão, Canadá e Estados Unidos.

Os testes supracitados foram realizados com tintas padrão ISO 12647-2:2013, papel revestido de alta qualidade, tipo 1, com gramaturas entre 120 e 150 g/m², respeitando os valores colorimétricos CIE L*=95, a*=1, b*=-4, e suas respectivas tolerâncias normativas. Foi utilizada retícula estocástica de 20µm. As retículas convencionais AM não são recomendadas.

Conforme Figura 1, o conjunto de dados e perfis XCMYK pode reproduzir uma gama de cores maior do que a do padrão atual da *GRACoL* para qualidade de impressão e também pode ser usado em impressoras de quatro cores e em uma série de dispositivos para impressão digital, de prova e outros, para produzir um espaço de cores maior que o tradicional.

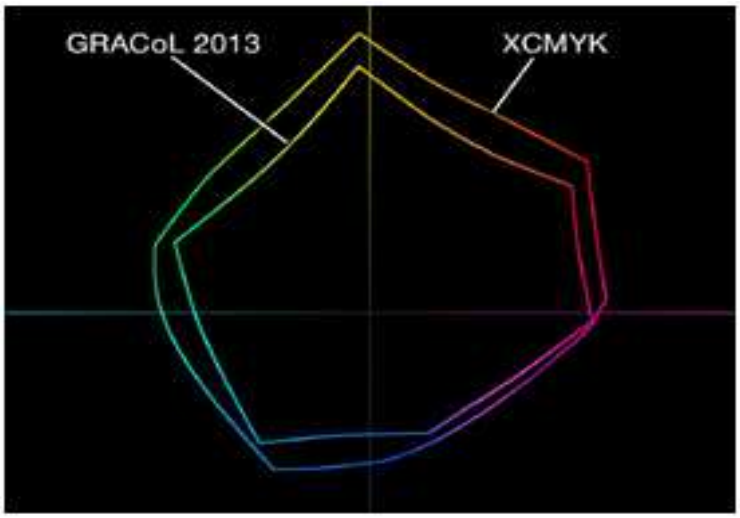


Figura 1 - Comparativo entre o gamut GRACoL 2013 e o XCMYK

Fonte: *https://www.idealliance.org/xcmyk*

Densidades típicas em Status T para este novo método são C: 1.85, M:1.85, Y:1.20, K:2.0 e o processo de impressão precisa ser calibrado com a sobreimpressão de 300% para cyan, magenta e amarelo, resultando o mais neutro possível (valores a* e b* tendendo a zero). Os papéis tipo 1 e 2, em conformidade com a norma ISO 12647-2

(2013) devem suportar altas quantidades de tinta e alta velocidade de impressão, sem apresentar decalque.

O perfil ICC versão 4 foi medido na condição M1 com filtro D50 e avaliado em D50/2º. O grafismo de teste TC1617 possui 1617 cores e foi medido com em layout vertical, usando cobertura máxima de área de 300%, geração de preto intenso e máximo GCR. O conjunto de dados XCMYK vem com ambos formatos, TC1617 e IT8.7/4, conforme apresentado na Figura 2.

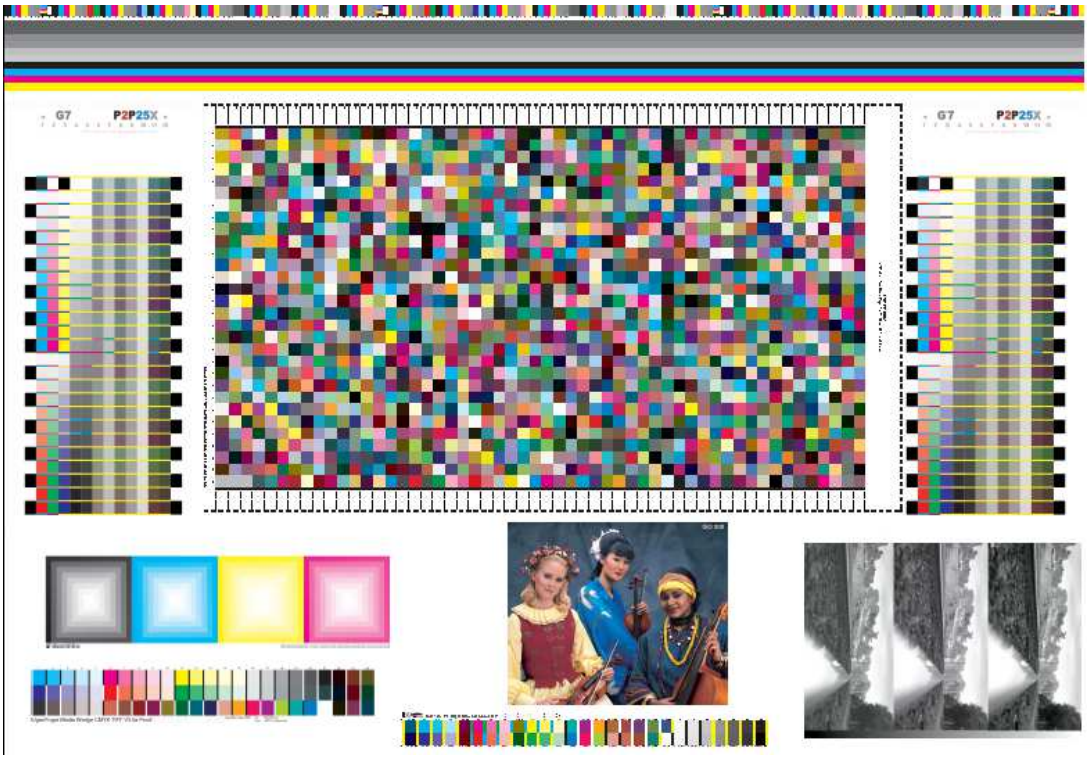


Figura 2 - *Test form* com carta de cores IT8.7/4 e escala P2P

Fonte: *Idealliance*

O presente trabalho visa aumentar a saturação das cores impressas em offset a fim de se obter uma gama de cores maior do que a da ABNT NBR NM ISO 12647-2 (2009), que é a norma válida no Brasil. Com o aumento da saturação, pode-se substituir alguns trabalhos impressos com cores especiais para a impressão em CMYK.

O segmento que trabalha com impressão offset que mais se beneficiará com a metodologia de aumento de saturação das cores será o segmento de embalagens cartotécnicas, pois a grande maioria dos impressos utiliza cores especiais para manter a

repetibilidade durante toda a tiragem e aumentar o apelo mercadológico, influenciando ainda mais o cliente a comprar o produto.

Outros benefícios que podem ser obtidos com este projeto são a redução de tempo de acerto e matérias primas, pois não será necessária a troca de tintas a cada trabalho, como acontece normalmente.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Para a elaboração do projeto foram realizados diversos testes no equipamento de printabilidade IGT para análise sobre qual tinta (linha / fornecedor) atenderia as especificações colorimétricas do projeto. Inicialmente as tintas testadas não apresentaram bons resultados. Após uma visita técnica ao fabricante *Toyo Ink*, o fornecedor se interessou pelo projeto e testou em seu equipamento de printabilidade, *Akira Test*, duas linhas de tinta, sendo elas: NV100 e *Kaleido*.

O teste realizado consiste na impressão de um corpo de prova com espessuras de filme de tinta diferentes, o que proporciona valores colorimétricos e de densidade diferentes. A NV100 é uma linha de tinta usada no dia a dia nas gráficas que procuram atingir valores colorimétricos saturados, porém com uma pequena espessura de filme de tinta. É uma tinta que impressa em papel couchê brilho normativo, atende aos requisitos da versão brasileira da norma de impressão offset, ABNT NBR NM ISO 12647-2 (2009).

A linha *Kaleido* apresenta uma gama de cores diferenciada, muito utilizada em seu país de origem, Japão. Nesse caso, notou-se que os valores colorimétricos das cores preto, cyan e amarelo se adequam à norma brasileira. A cor magenta apresenta valores muito saturados acentuados para o eixo -b (azul violeta). Os valores dos testes realizados se encontram nos Apêndices.

Após a determinação sobre qual tinta deveria ser utilizada nos testes de impressão, a próxima etapa foi a confecção das chapas para a impressora offset. A

fôrma foi gravada em uma *Platesetter* (Ctp) utilizando a tecnologia de retícula FM (estocástica), com pontos redondos de diâmetro de 21 µm.

Para a impressão do *test form* foi utilizada a impressora offset *Heidelberg Speed Master* SX 74-4, representada pela Figura 3. Utilizou-se a sequência de impressão preto, cyan, magenta e amarelo, conforme norma ABNT NBR NM ISO 12647-2 (2009). Tanto as rolarias de entintagem e molhagem, quanto os calços e torque das blanquetas estavam em conformidade com as especificações do fabricante. Em relação a solução de molha, temperatura de 10°C, pH 4,3 e condutividade elétrica com 2700 micro Siemens.



Figura 3 - Painel de controle da *Heidelberg* SX 74 com o *test form* impresso

Fonte: Os autores

O papel utilizado na impressão foi o couchê brilho 115g/m², no formato 740mm x 530mm, conseguindo valores de densidade óptica úmida, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de densidade óptica úmida para o aumento de saturação

Cores	Densidade óptica úmida
Cyan	1,85
Magenta	1,85
Amarelo	1,30
Preto	2,05

Fonte: elaborada pelo autor

Realizaram-se medições com um espectrofotômetro para avaliação colorimétrica 24 horas após a impressão. Foram utilizados o instrumento *Eye one Pro 2* e o software de medição de cores *EFI Color Profiler Suite*, para a geração do perfil de cor. As medições estavam em conformidade com a norma ABNT NBR ISO 13655, sendo utilizado fundo branco de medição, iluminante D50, observador padrão 2° e filtro UV, trabalhando no método M1.

2.2 Fundamentação teórica

O *gamut* de cores é a quantidade de cores que podem ser reproduzidas por um determinado sistema de impressão, levando em consideração as variáveis do processo, tais como: a condição mecânica do equipamento, substrato a ser impresso e principalmente as tintas utilizadas.

Existem duas formas de se obter o *gamut* de cores: trabalhando-se com *Datasets* padronizados e reconhecidos internacionalmente como o *FOGRA 39, FOGRA 47, FOGRA 51, FOGRA 52, Idealliance SWOP e Gracol*; ou criando um gamut específico de determinada condição de impressão (impressora offset, papel, tinta e chapa). Para tanto, utiliza-se uma carta de caracterização de perfil de cores para impressão e posterior análise colorimétrica. A Figura 4 apresenta o modelo de uma carta de cores IT8.7.

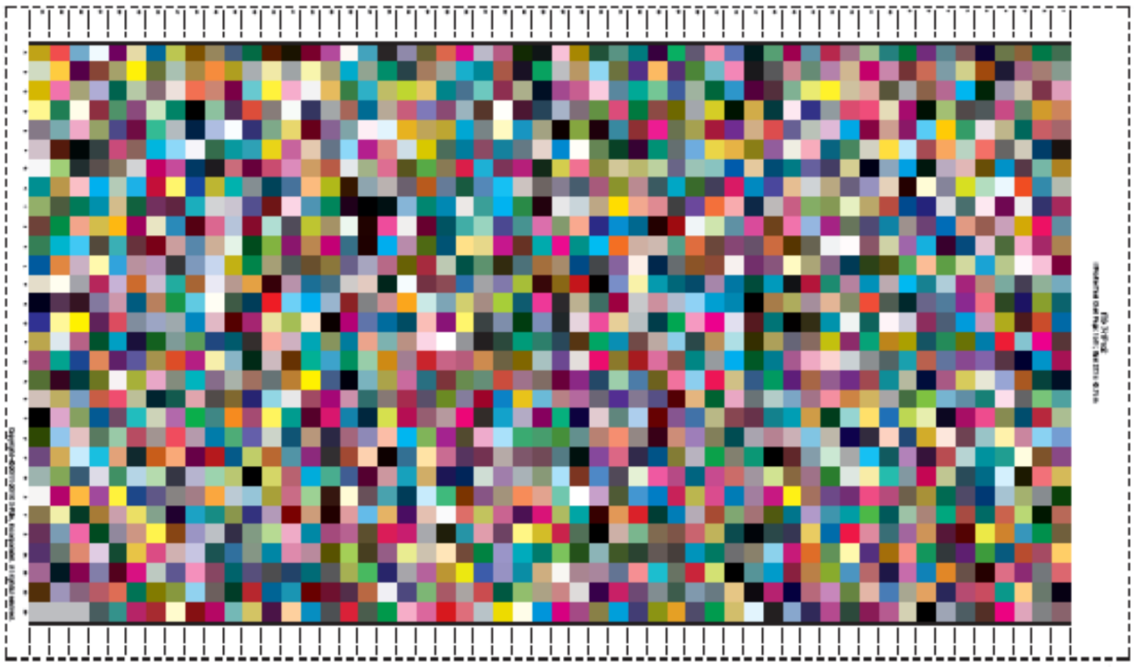


Figura 4 - Carta de caracterização de perfil de cores IT8.7

Fonte: *Test form Idealliance*

> A retina humana tem três tipos de células no formato de cones, que são fotorreceptoras sensíveis às cores, e um quarto tipo de células fotorreceptoras, os bastonetes, que entram em ação apenas em níveis extremamente baixos de luminosidade (visão noturna), desempenhando um papel pouco importante para a avaliação de cores sob iluminação padronizada. (MORTARA, 2017, p. 21)

O espectro eletromagnético visível vai de aproximadamente 400nm a 700nm, sendo que o primeiro tipo de célula cone responde à luz de comprimentos de onda longos, chegando a uma cor vermelha. Este tipo é, por vezes, designada L (*Long*). O segundo tipo responde à luz de comprimento de onda médio, atingindo um máximo de uma cor verde, e é abreviado M (*Medium*) para médio.

O terceiro tipo responde mais a curto comprimento de onda de luz, de cor azulada, e é designado S (*Short*). Quando um cone é sensibilizado pela radiação, ele emite um impulso para o cérebro, através do nervo ótico. O cérebro por sua vez, ao receber as informações, junta todas, processa e dá ao ser humano a sensação de visualização colorida. Cada cone gera a sensação de 100 tons diferentes. Sendo assim,

por possuir três células cones, o ser humano enxerga em torno de 1 milhão de cores (100^3 = 1.000.000).

Os perfis de cores utilizados na indústria gráfica geram valores diferentes de quantidade de reprodução de cores. Por exemplo: o perfil de cores *Adobe RGB* consegue reproduzir 1.207.520 cores. Um sistema de impressão digital de boa qualidade reproduz aproximadamente 525.500 cores. A impressão offset em torno de 400.000 cores trabalhando com CMYK impresso em papel couchê de alta qualidade, enquanto o *gamut* de uma impressora *coldset* reproduz apenas 84.000 cores em papéis jornal ou imprensa.

Durante a DRUPA (*Düsseldorf*, Alemanha) em junho de 2016, foi apresentado o sistema conhecido como *OGV HiFi Color*, no qual se utilizam as cores laranja, verde e azul violeta, além das cores de processo CMYK. Naturalmente, a saturação irá aumentar, pois as lacunas entre as cores básicas serão preenchidas. Os espaços entre cyan e magenta serão preenchidos com o azul violeta, entre magenta e amarelo com o laranja e entre amarelo e cyan com o verde. Uma das limitações deste sistema é a necessidade de uma impressora de sete unidades de impressão, o que na maioria das gráficas, não existe. A Figura 5 exemplifica este aumento de saturação.

Na imagem à esquerda tem-se a representação do *gamut* composto pelas cores cyan, magenta, amarelo e preto. À direita tem-se a representação do *gamut* composto pelas cores cyan, magenta, amarelo, preto, laranja (*orange*), verde (*green*) e azul violeta (*blue*).

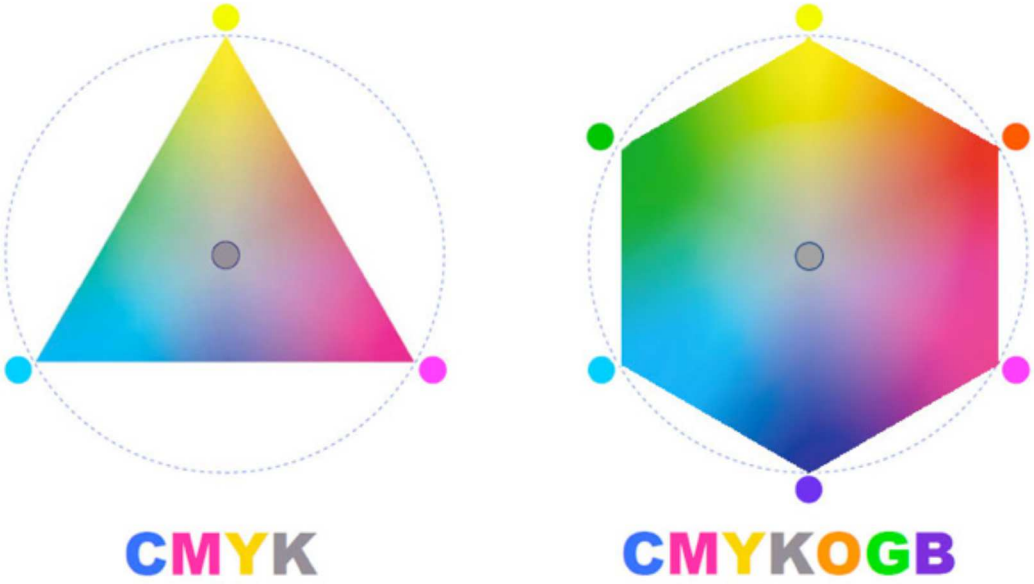


Figura 5 – Comparativo entre os *gamuts* CMYK e CMYKOGB

Fonte: DRUPA 2016, Dusseldorf, *Quad Tech Expanded Color Gamut*

2.3 Discussão e resultados

Conforme já citado, inicialmente foram realizados ensaios de printabilidade para análise colorimétrica em duas linhas de tinta da *Toyo Ink*, NV100 e *Kaleido*. O parâmetro que determina se as tintas atingem aos alvos colorimétricos da norma ABNT NBR NM ISO 12647-2 (2009) é o CIE L*a*b* ΔE inferior a 5. O ΔE é a diferença total de cor entre um padrão colorimétrico e uma amostra quando analisado no sistema CIE L*a*b*.

A linha de tinta NV100 atendeu aos requisitos da norma brasileira nas cores preto, cyan e amarelo. A cor magenta foi a única cor que não atingiu, porém, o menor valor alcançado foi de 5,90 o que é muito próximo ao que a norma pede. Os valores colorimétricos que se adequaram à norma apresentam valores de densidade ótica muito próximos aos que são praticados na indústria gráfica.

A norma ABNT NBR NM ISO 12647-2 (2009) não apresenta valores de densidade normativos, apenas valores colorimétricos. Em relação aos alvos do projeto XCMYK, da *Idealliance*, as quatro cores de processo atingiram os alvos colorimétricos especificados pela instituição americana, sendo que cyan, magenta e amarelo obtiveram

CIE L*a*b* ΔE inferiores a 3 e o preto 4,78 em função da tinta impressa ficar com a luminosidade demasiadamente alta em relação ao esperado.

Enquanto isso, a linha de tinta *Kaleido* atendeu aos requisitos, tanto da norma ABNT NBR NM ISO 12647-2 (2009), quanto do projeto XCMYK, nas cores cyan, amarelo e preto. A cor magenta apresentou valores de CIE L*a*b* ΔE superiores a 10 em relação à norma e superiores a 20 em relação ao especificado no projeto XCMYK. É uma linha de tinta que apresenta valores colorimétricos extremamente saturados nos eixo -b*, o que torna esta magenta extremamente azulada.

As medições colorimétricas foram realizadas 24 após a impressão, utilizando fundo branco de proteção, espectrodensitômetro com geometria de medição 45°/0°, ângulo de observador padrão 2° e iluminante D50.

Para a análise do *test form* impresso em offset, foi utilizada a escala de certificação *UGRA / FOGRA Media Wedge* V3 e o software *EFI Color Verifier*. Em relação à norma ABNT NBR NM ISO 12647-2 (2009) os valores colorimétricos não ficaram em conformidade, o que já era esperado, pois os alvos do trabalho eram outros.

Conforme Figura 6, houve o aumento da saturação no eixo b*, apresentando maior saturação nos tons amarelos e azuis. Em relação ao eixo a*, a saturação ficou levemente mais baixa, apresentando uma diminuição nos vermelhos e verdes. Em relação à luminosidade, os valores do *test form* foram muito inferiores, o que também era esperado, pois o material foi impresso com valores de densidade úmida bem acima dos tradicionais que geram valores colorimétricos coerentes com a norma.

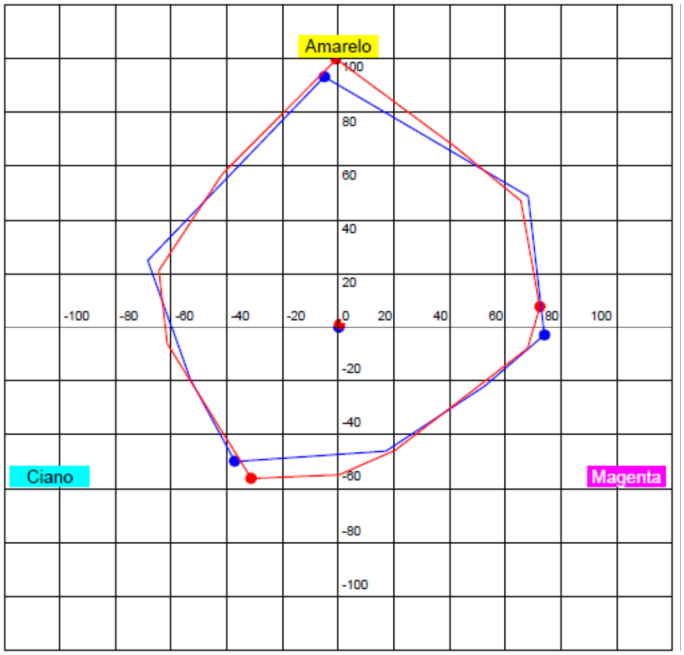


Figura 6 - Comparativo entre a norma ABNT NBR NM ISO 12647-2 (azul) e o impresso com tintas mais saturadas (vermelho)

Fonte: Relatório do software *EFI Color Verifier*

3. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o resultado do projeto atende parcialmente o objetivo proposto, pois conseguiu-se um aumento da saturação. Porém, a gama de cores não foi maior em todos os tons, apenas nos azuis e amarelos. Um detalhe que foi observado durante o processo de impressão do material foi a dificuldade de se evitar decalque, necessitando o uso demasiado de pó antimaculante. Foram impressos cerca de 200 exemplares, porém na indústria gráfica é normal a retirada de pilhas com papel couchê 115g/m² com até 10 mil folhas impressas, o que agrava mais o problema. Uma possibilidade de estudo para eliminar o decalque é a realização desta metodologia utilizando a tecnologia de cura UV.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Análise colorimétrica dos impressos com tintas *Toyo Ink* NV100 em relação aos valores da norma ABNT NBR NM ISO 12647-2 (2009)

Tabela 1 – Análise colorimétrica do amarelo

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink NV100			Tolerância	
Amarelo	89	-5	93		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	0	-2							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	89,1	-4,91	70,92	0,1	0,09	-22,08	22,08	0,74	71,09	93,96
2	91,18	-4,29	78,93	2,18	0,71	-14,07	14,26	0,8	79,05	93,11
3	91,09	-3,94	83,13	2,09	1,06	-9,87	10,14	0,85	83,22	92,71
4	85,29	-5,08	85,15	-3,71	-0,08	-7,85	8,68	0,96	85,30	93,41
5	90,67	-3,13	93,78	1,67	1,87	0,78	2,63	0,99	93,83	91,91
6	91,47	-2,89	98,92	2,47	2,11	5,92	6,75	1,06	98,96	91,67
7	91,56	-2,62	103,71	2,56	2,38	10,71	11,27	1,12	103,74	91,45
8	91,08	-2,28	106,18	2,08	2,72	13,18	13,62	1,15	106,20	91,23
9	91,42	-2,04	105,1	2,42	2,96	12,1	12,69	1,17	105,12	91,11
10	90,91	-1,86	105,11	1,91	3,14	12,11	12,66	1,16	105,13	91,01
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	2,65	0,73	2,94		2,94	334,39

Fonte: Os autores

Tabela 2 – Análise colorimétrica do magenta

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink NV100			Tolerância	
Magenta	48	74	-3		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	0	-2							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	63,05	58,5	-13,55	15,1	-15,6	-10,55	24,08	0,75	60,00	346,95
2	61,17	62,4	-11,93	13,2	-11,6	-8,93	19,67	0,87	63,57	349,18
3	57,17	69,3	-8,97	9,17	-4,74	-5,97	11,92	1,02	69,84	352,62
4	52,2	77,5	-5,26	4,2	3,48	-2,26	5,90	1,27	77,66	356,12
5	50,37	79,4	-1,22	2,37	5,35	1,78	6,12	1,46	79,36	359,12
6	48,95	80,4	2,39	0,95	6,36	5,39	8,39	1,5	80,40	1,7
7	47,75	80,5	5,19	-0,25	6,51	8,19	10,47	1,62	80,68	3,69
8	47,06	81,6	7,96	-0,94	7,55	10,96	13,34	1,74	81,94	5,57
9	46,78	81,6	9,44	-1,22	7,58	12,44	14,62	1,69	82,12	6,6
10	46,91	81,2	9,58	-1,09	7,15	12,58	14,51	1,72	81,71	6,73
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	2,65	0,73	2,94		2,94	334,39

Fonte: Os autores

Tabela 3 – Análise colorimétrica do cyan

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink NV100			Tolerância	
Cyan	55	-37	-50		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	0	-2							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	63,87	-34,2	-46,56	8,87	2,85	3,44	9,93	1,03	57,74	233,74
2	61,42	-35,4	-48,85	6,42	1,65	1,15	6,73	1,16	60,30	234,11
3	58,26	-36,5	-51,76	3,26	0,48	-1,76	3,74	1,35	63,35	234,79
4	56,62	-36,5	-53,68	1,62	0,55	-3,68	4,06	1,49	64,89	235,82
5	54,75	-35,6	-54,89	-0,25	1,41	-4,89	5,10	1,56	65,42	237,04
6	53,58	-35,5	-56,33	-1,42	1,51	-6,33	6,66	1,61	66,58	237,79
7	52,75	-34,5	-56,64	-2,25	2,51	-6,64	7,45	1,64	66,31	238,66
8	52,09	-34	-57,35	-2,91	2,96	-7,35	8,44	1,73	66,69	239,31
9	51,59	-33,5	-57,72	-3,41	3,47	-7,72	9,13	1,74	66,75	239,85
10	50,86	-33,3	-58,71	-4,14	3,74	-8,71	10,34	1,81	67,48	240,47
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	2,65	0,73	2,94		2,94	334,39

Fonte: Os autores

Tabela 4 – Análise colorimétrica do preto

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink NV100			Tolerância	
Preto	16	0	0		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	0	-2							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	35,27	2,71	4,9	19,3	2,71	4,9	20,07	1,06	5,60	61,05
2	31,07	2,6	4,66	15,1	2,6	4,66	15,99	1,16	5,34	60,84
3	27,62	2,39	3,41	11,6	2,39	3,41	12,34	1,35	4,16	54,97
4	25,75	2,18	2,98	9,75	2,18	2,98	10,43	1,44	3,69	53,81
5	18,37	1,99	2,49	2,37	1,99	2,49	3,97	1,55	3,19	51,37
6	18,03	1,62	2,07	2,03	1,62	2,07	3,32	1,61	2,63	51,95
7	15,82	1,87	1,9	-0,18	1,87	1,9	2,67	1,7	2,67	45,46
8	14,82	1,73	1,44	-1,18	1,73	1,44	2,54	1,74	2,25	39,77
9	14,46	1,43	0,94	-1,54	1,43	0,94	2,30	1,7	1,71	33,32
10	14,87	1,62	1,59	-1,13	1,62	1,59	2,54	1,72	2,27	44,46
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	2,65	0,73	2,94		2,94	334,39

Fonte: Os autores

APÊNDICE B – Análise colorimétrica dos impressos com tintas *Toyo Ink* NV100 em relação aos valores do projeto XCMYK, da *Idealliance*

Tabela 1 – Análise colorimétrica do amarelo

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink NV100			Tolerância	
Amarelo	89	-4	105		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	1	-4							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	89,1	-4,91	70,92	0,1	-0,91	-34,08	34,09	0,74	71,09	93,96
2	91,18	-4,29	78,93	2,18	-0,29	-26,07	26,16	0,8	79,05	93,11
3	91,09	-3,94	83,13	2,09	0,06	-21,87	21,97	0,85	83,22	92,71
4	85,29	-5,08	85,15	-3,71	-1,08	-19,85	20,22	0,96	85,30	93,41
5	90,67	-3,13	93,78	1,67	0,87	-11,22	11,38	0,99	93,83	91,91
6	91,47	-2,89	98,92	2,47	1,11	-6,08	6,66	1,06	98,96	91,67
7	91,56	-2,62	103,71	2,56	1,38	-1,29	3,18	1,12	103,74	91,45
8	91,08	-2,28	106,18	2,08	1,72	1,18	2,95	1,15	106,20	91,23
9	91,42	-2,04	105,1	2,42	1,96	0,1	3,12	1,17	105,12	91,11
10	90,91	-1,86	105,11	1,91	2,14	0,11	2,87	1,16	105,13	91,01
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	1,65	2,73	3,35		2,94	334,39

Fonte: Os autores

Tabela 2 – Análise colorimétrica do magenta

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink NV100			Tolerância	
Magenta	45	81	5		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	1	-4							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	63,05	58,45	-13,55	18,05	-22,55	-18,55	34,33	0,75	60,00	346,95
2	61,17	62,44	-11,93	16,17	-18,56	-16,93	29,88	0,87	63,57	349,18
3	57,17	69,26	-8,97	12,17	-11,74	-13,97	21,93	1,02	69,84	352,62
4	52,2	77,48	-5,26	7,2	-3,52	-10,26	13,02	1,27	77,66	356,12
5	50,37	79,35	-1,22	5,37	-1,65	-6,22	8,38	1,46	79,36	359,12
6	48,95	80,36	2,39	3,95	-0,64	-2,61	4,78	1,5	80,40	1,7
7	47,75	80,51	5,19	2,75	-0,49	0,19	2,80	1,62	80,68	3,69
8	47,06	81,55	7,96	2,06	0,55	2,96	3,65	1,74	81,94	5,57
9	46,78	81,58	9,44	1,78	0,58	4,44	4,82	1,69	82,12	6,6
10	46,91	81,15	9,58	1,91	0,15	4,58	4,96	1,72	81,71	6,73
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	1,65	2,73	3,35		2,94	334,39

Fonte: Os autores

Tabela 3 – Análise colorimétrica do cyan

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink NV100			Tolerância	
Cyan	49	-35	-58		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	1	-4							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	63,87	-34,15	-46,56	14,87	0,85	11,44	18,78	1,03	57,74	233,74
2	61,42	-35,35	-48,85	12,42	-0,35	9,15	15,43	1,16	60,30	234,11
3	58,26	-36,52	-51,76	9,26	-1,52	6,24	11,27	1,35	63,35	234,19
4	56,62	-36,45	-53,68	7,62	-1,45	4,32	8,88	1,49	64,89	235,82
5	54,75	-35,59	-54,89	5,75	-0,59	3,11	6,56	1,56	65,42	237,04
6	53,58	-35,49	-56,33	4,58	-0,49	1,67	4,90	1,61	66,58	237,79
7	52,75	-34,49	-56,64	3,75	0,51	1,36	4,02	1,64	66,31	238,66
8	52,09	-34,04	-57,35	3,09	0,96	0,65	3,30	1,73	66,69	239,31
9	51,59	-33,53	-57,72	2,59	1,47	0,28	2,99	1,74	66,75	239,85
10	50,86	-33,26	-58,71	1,86	1,74	-0,71	2,64	1,81	67,48	240,47
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	1,65	2,73	3,35		2,94	334,39

Fonte: Os autores

Tabela 4 – Análise colorimétrica do preto

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink NV100			Tolerância	
Preto	10	0	0		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	1	-4							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	35,27	2,71	4,9	25,27	2,71	4,9	25,88	1,06	5,60	61,05
2	31,07	2,6	4,66	21,07	2,6	4,66	21,74	1,16	5,34	60,84
3	27,62	2,39	3,41	17,62	2,39	3,41	18,11	1,35	4,16	54,97
4	25,75	2,18	2,98	15,75	2,18	2,98	16,18	1,44	3,69	53,81
5	18,37	1,99	2,49	8,37	1,99	2,49	8,96	1,55	3,19	51,37
6	18,03	1,62	2,07	8,03	1,62	2,07	8,45	1,61	2,63	51,95
7	15,82	1,87	1,9	5,82	1,87	1,9	6,40	1,7	2,67	45,46
8	14,82	1,73	1,44	4,82	1,73	1,44	5,32	1,74	2,25	39,77
9	14,46	1,43	0,94	4,46	1,43	0,94	4,78	1,7	1,71	33,32
10	14,87	1,62	1,59	4,87	1,62	1,59	5,37	1,72	2,27	44,46
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	1,65	2,73	3,35		2,94	334,39

Fonte: Os autores

APÊNDICE C – Análise colorimétrica dos impressos com tintas *Toyo Ink Kaleido* em relação aos valores da norma ABNT NBR NM ISO 12647-2 (2009)

Tabela 1 – Análise colorimétrica do amarelo

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink Kaleido			Tolerância	
Amarelo	89	-5	93		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	0	-2							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	91,64	-5,35	76,38	2,64	-0,35	-16,62	16,83	0,72	76,57	94,01
2	91,48	-5,3	82,91	2,48	-0,3	-10,09	10,39	0,83	83,08	93,66
3	91,45	-4,66	92,52	2,45	0,34	-0,48	2,52	0,94	92,64	92,88
4	90,94	-4,01	96,01	1,94	0,99	3,01	3,72	1,02	96,09	92,39
5	91,43	-3,44	101,37	2,43	1,56	8,37	8,85	1,1	101,43	91,94
6	90,37	-2,87	103,5	1,37	2,13	10,5	10,80	1,12	103,54	91,59
7	90,39	-2,5	105,17	1,39	2,5	12,17	12,50	1,17	105,20	91,36
8	90,29	-2,05	106,54	1,29	2,95	13,54	13,92	1,2	106,56	91,1
9	90,43	-2	109,2	1,43	3	16,2	16,54	1,24	109,22	91,05
10	90,12	-1,69	106,53	1,12	3,31	13,53	13,97	1,22	106,54	90,91
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	2,65	0,73	2,94		2,94	334,39

Fonte: Os autores

Tabela 2 – Análise colorimétrica do magenta

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink Kaleido			Tolerância	
Magenta	48	74	-3		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	0	-2							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	59,24	72,96	-18,43	11,24	-1,04	-15,43	19,12	1,03	75,25	345,82
2	57,74	74,36	-18,48	9,74	0,36	-15,48	18,29	1,13	76,62	346,04
3	56,13	76,87	-18,32	8,13	2,87	-15,32	17,58	1,22	79,02	346,60
4	55,12	77,68	-17,35	7,12	3,68	-14,35	16,44	1,29	79,59	347,41
5	53,63	79,39	-17,18	5,63	5,39	-14,18	16,18	1,35	81,23	347,79
6	52,7	80,78	-16,69	4,7	6,78	-13,69	15,98	1,49	82,49	348,33
7	51,98	80,59	-15,97	3,98	6,59	-12,97	15,08	1,5	82,16	348,79
8	51,45	81,36	-15,66	3,45	7,36	-12,66	15,04	1,51	82,85	349,11
9	51,42	80,77	-14,63	3,42	6,77	-11,63	13,88	1,53	82,08	349,73
10	51,01	80,16	-14,08	3,01	6,16	-11,08	13,03	1,52	81,39	350,04
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	2,65	0,73	2,94		2,94	334,39

Fonte: Os autores

Tabela 3 – Análise colorimétrica do cyan

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink Kaleido			Tolerância	
Cyan	55	-37	-50		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	0	-2							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	66,07	-32,36	-39,6	11,07	4,64	10,4	15,88	0,86	51,14	230,75
2	63,31	-35,02	-42,26	8,31	1,98	7,74	11,53	1,04	54,88	230,35
3	60,14	-36,57	-45,48	5,14	0,43	4,52	6,86	1,15	58,36	231,2
4	57,72	-36,09	-47,18	2,72	0,91	2,82	4,02	1,31	59,40	232,59
5	54,34	-39,8	-51,18	-0,66	-2,8	-1,18	3,11	1,58	64,83	232,13
6	52,8	-38,28	-51,72	-2,2	-1,28	-1,72	3,07	1,65	64,35	233,49
7	49,45	-37,87	-52,62	-5,55	-0,87	-2,62	6,20	1,7	64,83	234,26
8	49,13	-37,31	-53,15	-5,87	-0,31	-3,15	6,67	1,82	64,94	234,93
9	47,77	-36,46	-53,01	-7,23	0,54	-3,01	7,85	1,88	64,34	235,48
10	48	-35,28	-53,89	-7	1,72	-3,89	8,19	1,84	64,41	236,79
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	2,65	0,73	2,94		2,94	334,39

Fonte: Os autores

Tabela 4 – Análise colorimétrica do preto

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink Kaleido			Tolerância	
Preto	16	0	0		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	0	-2							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	36,71	1,7	1,25	20,71	1,7	1,25	20,82	1,02	2,11	36,33
2	29,61	1,9	1,09	13,61	1,9	1,09	13,79	1,24	2,19	29,84
3	23,6	1,49	0,78	7,6	1,49	0,78	7,78	1,37	1,68	27,63
4	18,91	1,68	-0,12	2,91	1,68	-0,12	3,36	1,52	1,68	355,91
5	17,86	1,52	-0,14	1,86	1,52	-0,14	2,41	1,63	1,53	354,74
6	14,41	1,15	-0,26	-1,59	1,15	-0,26	1,98	1,66	1,18	347,26
7	13,47	1,3	-1,19	-2,53	1,3	-1,19	3,08	1,76	1,76	317,53
8	12,86	1,47	-1,36	-3,14	1,47	-1,36	3,72	1,74	2,00	317,23
9	13,45	1,54	-1,22	-2,55	1,54	-1,22	3,22	1,77	1,96	321,61
10	14,49	1,33	-1,14	-1,51	1,33	-1,14	2,31	1,74	1,75	319,4
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	2,65	0,73	2,94		2,94	334,39

Fonte: Os autores

APÊNDICE D – Análise colorimétrica dos impressos com tintas *Toyo Ink Kaleido* em relação aos valores do projeto XCMYK, da *Idealliance*

Tabela 1 – Análise colorimétrica do amarelo

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink Kaleido			Tolerância	
Amarelo	89	-4	105		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	1	-4							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	91,64	-5,35	76,38	2,64	-1,35	-28,62	28,77	0,72	76,57	94,01
2	91,48	-5,3	82,91	2,48	-1,3	-22,09	22,27	0,83	83,08	93,66
3	91,45	-4,66	92,52	2,45	-0,66	-12,48	12,74	0,94	92,64	92,88
4	90,94	-4,01	96,01	1,94	-0,01	-8,99	9,20	1,02	96,09	92,39
5	91,43	-3,44	101,37	2,43	0,56	-3,63	4,40	1,1	101,43	91,94
6	90,37	-2,87	103,5	1,37	1,13	-1,5	2,32	1,12	103,54	91,59
7	90,39	-2,5	105,17	1,39	1,5	0,17	2,05	1,17	105,20	91,36
8	90,29	-2,05	106,54	1,29	1,95	1,54	2,80	1,2	106,56	91,10
9	90,43	-2	109,2	1,43	2	4,2	4,87	1,24	109,22	91,05
10	90,12	-1,69	106,53	1,12	2,31	1,53	2,99	1,22	106,54	90,91
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	1,65	2,73	3,35		2,94	334,39

Fonte: Os autores

Tabela 2 – Análise colorimétrica do magenta

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink Kaleido			Tolerância	
Magenta	45	81	5		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	1	-4							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	59,24	72,96	-18,43	14,24	-8,04	-23,43	28,57	1,03	75,25	345,82
2	57,74	74,36	-18,48	12,74	-6,64	-23,48	27,53	1,13	76,62	346,04
3	56,13	76,87	-18,32	11,13	-4,13	-23,32	26,17	1,22	79,02	346,60
4	55,12	77,68	-17,35	10,12	-3,32	-22,35	24,76	1,29	79,59	347,41
5	53,63	79,39	-17,18	8,63	-1,61	-22,18	23,85	1,35	81,23	347,79
6	52,7	80,78	-16,69	7,7	-0,22	-21,69	23,02	1,49	82,49	348,33
7	51,98	80,59	-15,97	6,98	-0,41	-20,97	22,10	1,5	82,16	348,79
8	51,45	81,36	-15,66	6,45	0,36	-20,66	21,65	1,51	82,85	349,11
9	51,42	80,77	-14,63	6,42	-0,23	-19,63	20,65	1,53	82,08	349,73
10	51,01	80,16	-14,08	6,01	-0,84	-19,08	20,02	1,52	81,39	350,04
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	1,65	2,73	3,35		2,94	334,39

Fonte: Os autores

Tabela 3 – Análise colorimétrica do cyan

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink Kaleido			Tolerância	
Cyan	49	-35	-58		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	1	-4							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	66,07	-32,36	-39,6	17,07	2,64	18,4	25,24	0,86	51,14	230,75
2	63,31	-35,02	-42,26	14,31	-0,02	15,74	21,27	1,04	54,88	230,35
3	60,14	-36,57	-45,48	11,14	-1,57	12,52	16,83	1,15	58,36	231,20
4	57,72	-36,09	-47,18	8,72	-1,09	10,82	13,94	1,31	59,40	232,59
5	54,34	-39,8	-51,18	5,34	-4,8	6,82	9,90	1,58	64,83	232,13
6	52,8	-38,28	-51,72	3,8	-3,28	6,28	8,04	1,65	64,35	233,49
7	49,45	-37,87	-52,62	0,45	-2,87	5,38	6,11	1,7	64,83	234,26
8	49,13	-37,31	-53,15	0,13	-2,31	4,85	5,37	1,82	64,94	234,93
9	47,77	-36,46	-53,01	-1,23	-1,46	4,99	5,34	1,88	64,34	235,48
10	48	-35,28	-53,89	-1	-0,28	4,11	4,24	1,84	64,41	236,79
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	1,65	2,73	3,35		2,94	334,39

Fonte: Os autores

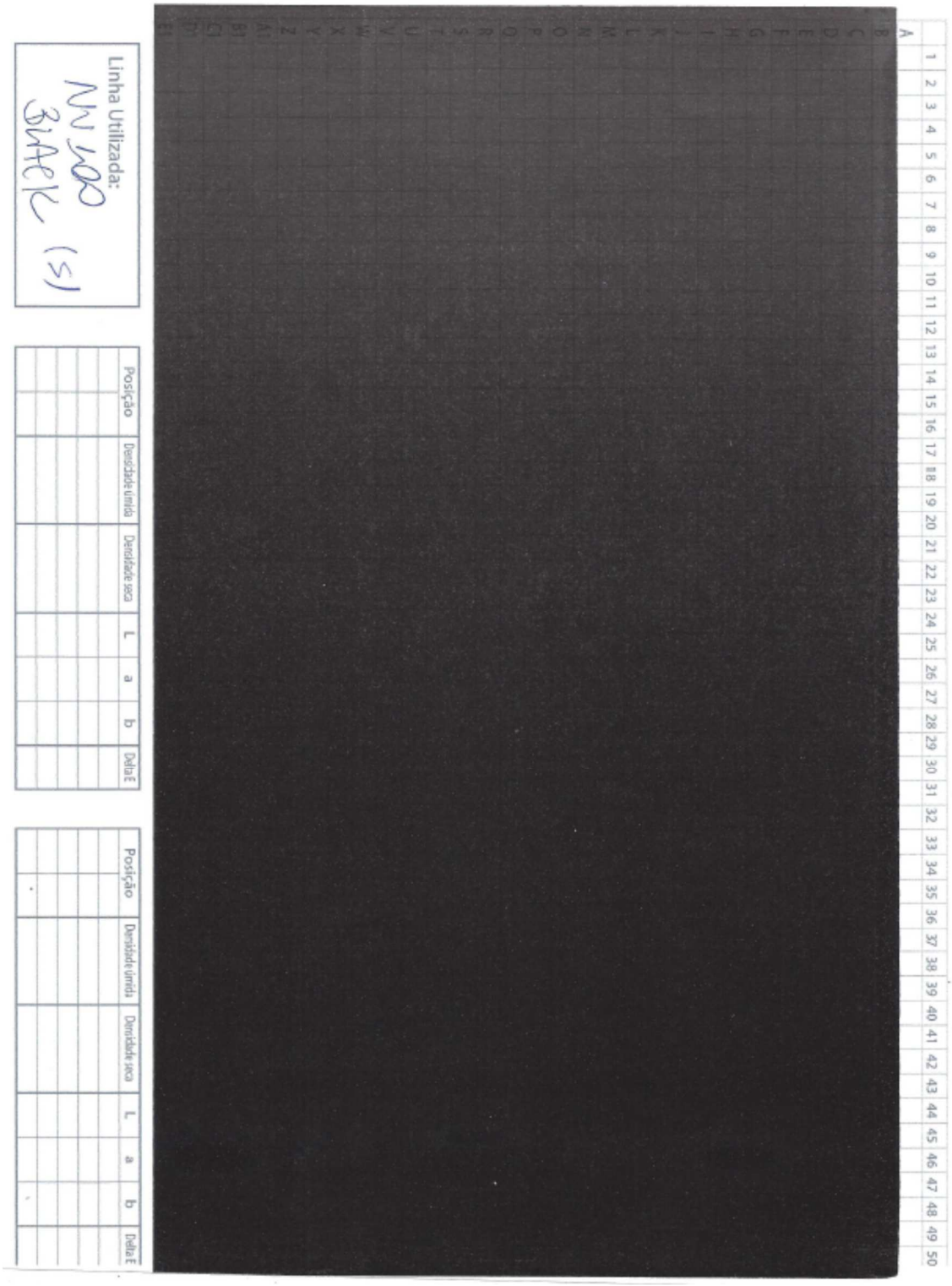
Tabela 4 – Análise colorimétrica do preto

Referência	L	a	b		Tinta	Toyo Ink Kaleido			Tolerância	
Preto	10	0	0		Papel	Papel couché Suzano 115g/m²			5	
Papel	95	1	-4							
Amostra	**L**	**a**	**b**	**ΔL**	**Δa**	**Δb**	**ΔE**	**Densidade**	**C**	**h°**
1	36,71	1,7	1,25	26,71	1,7	1,25	26,79	1,02	2,11	36,33
2	29,61	1,9	1,09	19,61	1,9	1,09	19,73	1,24	2,19	29,84
3	23,6	1,49	0,78	13,6	1,49	0,78	13,70	1,37	1,68	27,63
4	18,91	1,68	-0,12	8,91	1,68	-0,12	9,07	1,52	1,68	355,91
5	17,86	1,52	-0,14	7,86	1,52	-0,14	8,01	1,63	1,53	354,74
6	14,41	1,15	-0,26	4,41	1,15	-0,26	4,56	1,66	1,18	347,26
7	13,47	1,3	-1,19	3,47	1,3	-1,19	3,89	1,76	1,76	317,53
8	12,86	1,47	-1,36	2,86	1,47	-1,36	3,49	1,74	2,00	317,23
9	13,45	1,54	-1,22	3,45	1,54	-1,22	3,97	1,77	1,96	321,61
10	14,49	1,33	-1,14	4,49	1,33	-1,14	4,82	1,74	1,75	319,4
Papel	96,03	2,65	-1,27	1,03	1,65	2,73	3,35		2,94	334,39

Fonte: Os autores

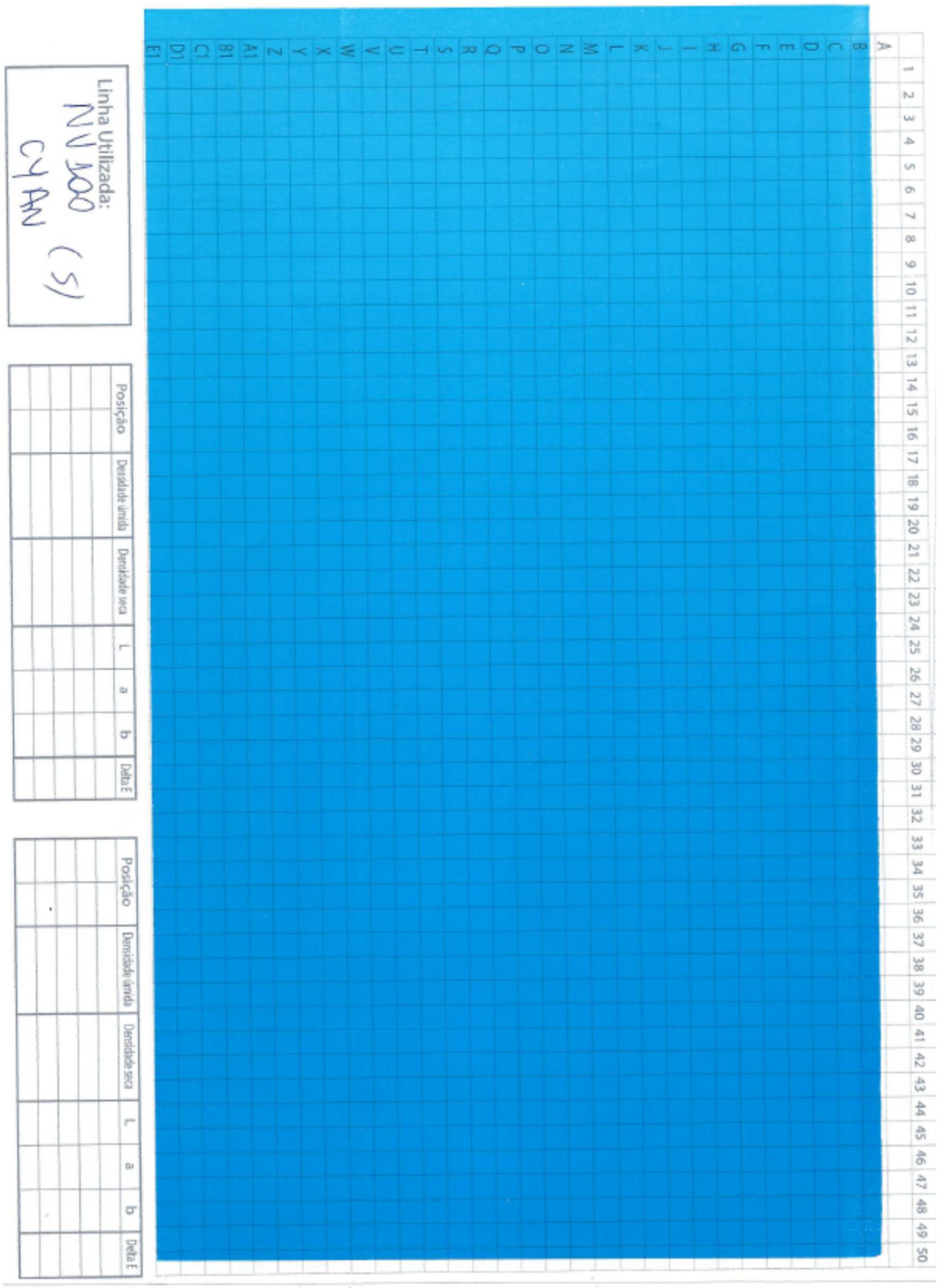
APÊNDICE E - Impressões realizadas com a tinta NV 100, da *Toyo Ink*, no aparelho de printabilidade *Akira Test*.

Figura 1 – Impressão com a tinta preta



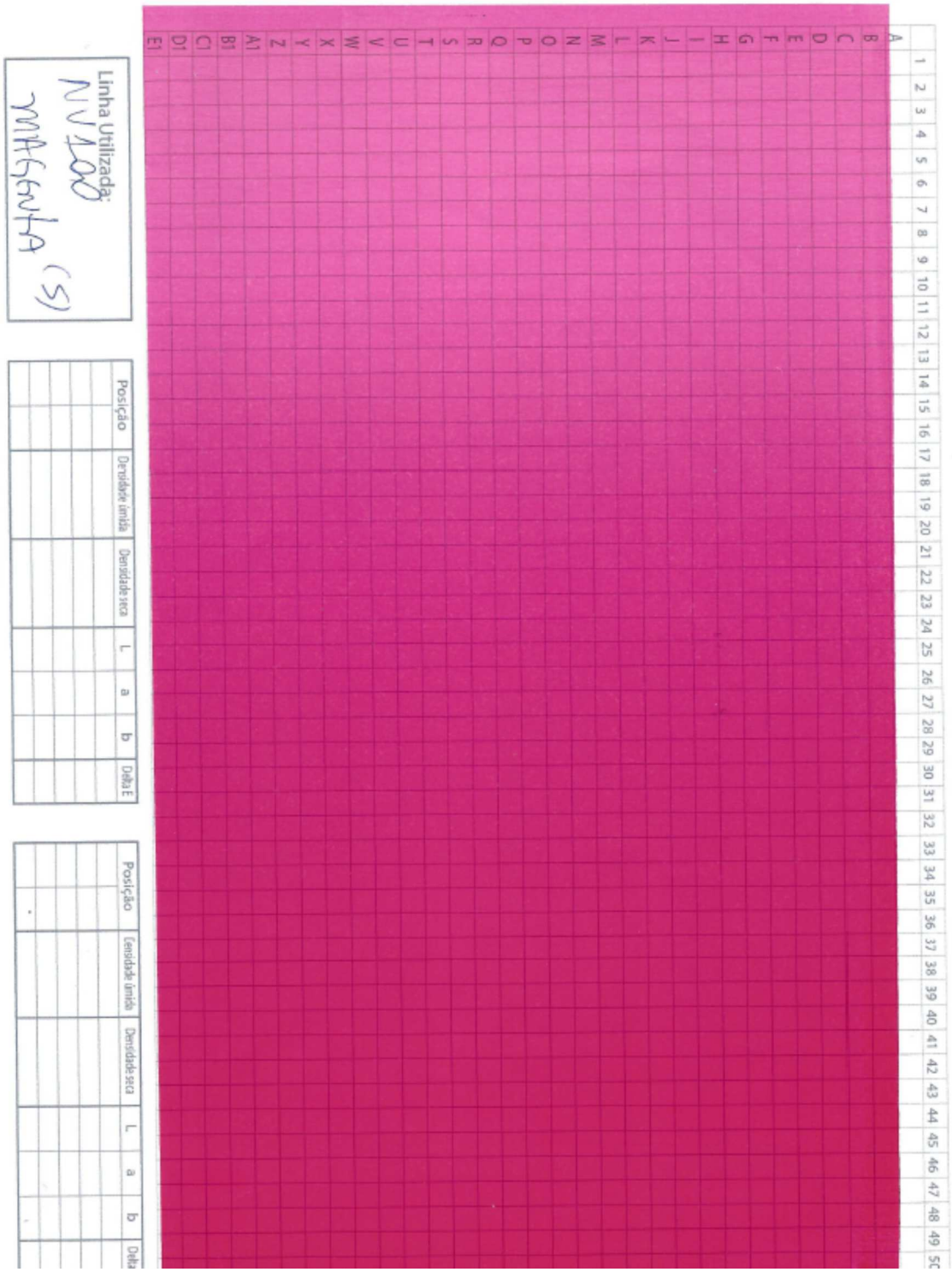
Fonte: *Toyo Ink Brasil*

Figura 2 – Impressão com a tinta cyan



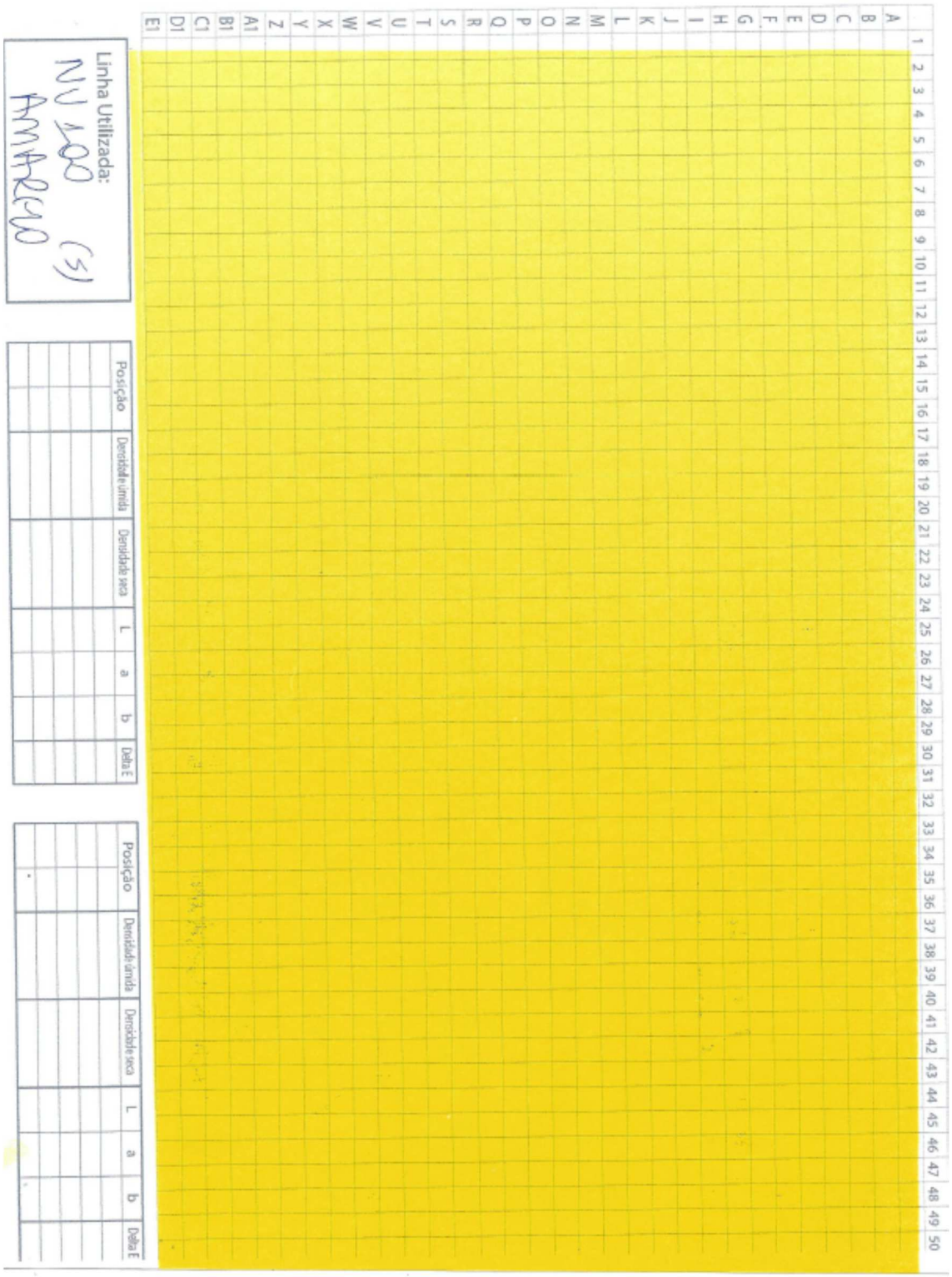
Fonte: *Toyo Ink Brasil*

Figura 3 – Impressão com a tinta magenta



Fonte: *Toyo Ink Brasil*

Figura 4 – Impressão com a tinta amarela



Fonte: *Toyo Ink Brasil*

ANEXO A – Relatório do software *EFI Color Verifier*

G7_ISO12647-7 Contract Proof

Impressão criada por:	-	**Instrum. de medição:**	EFI ES-2000
Última calibragem:	-	**Measurment condition:**	-
Sistema de prova:	-	**Curvas do Gradation**	-
Faixa de controle:	IDEAlliance ISO 12647-7 2009 ES-2000	**Impressora:**	-
Formato Delta E:	dE CIE76	**Perfil da prova:**	-
Perfil de referência:	-	**Substrato de prova:**	-
Dados de referência:	-	**Pigmento:**	-
Condições de impressão de referência:		**ID/Nome**	-/ GRACoLCoated1_ISO12647-7...
Avaliação visual Fogra PSD	-		

Resumo

Critérios	Diferença		Tolerância	Status
Média de todas as áreas	17,17 dE	-	3,00	Not OK
Máximum de todas as áreas	35,46 dE	Área 9	6,00	Not OK
Papel branco	2,98 dE	Área 47	3,00	OK
Ciano	10,18 dE	Área 2	5,00	Not OK
Magenta	11,86 dE	Área 6	5,00	Not OK
Amarelo	8,99 dE	Área 10	5,00	Not OK
Preto	2,12 dE	Área 27	5,00	OK
Diferença de matiz CMYK	10,72 dH	-	2,50	Not OK
Escala ponderada máxima de CMY	6,87 dCh	-	3,00	Not OK
Escala ponderada média de CMY	4,27 dCh	-	1,50	Not OK
Escala ponderada máxima de K	22,18 dL	-	3,00	Not OK
Escala ponderada média de K	9,78 dL	-	1,50	Not OK
Escala ponderada máxima de CMY	19,01 dL	-	3,00	Not OK
Escala ponderada média de CMY	9,49 dL	-	1,50	Not OK

Resultado geral

REPROVADO

Análise de dados de medição

ID de Manc	C	M	Y	K	Referência L*	a*	b*	Medido L*	a*	b*	Diferença cor Delta E	dL*	da*	db*	dH*	Dif. de valor do tom	Resultados
1	100	0	0	60	30,05	-22,65	-28,82	17,41	-11,88	-14,76	21,76	12,64	10,77	14,06	0,30	-	Not OK
2	100	0	0	0	54,96	-37,12	-50,00	49,57	-31,20	-56,28	10,18	5,39	5,92	6,28	8,38	-	Not OK
3	70	0	0	0	66,60	-25,13	-37,01	57,60	-33,12	-48,95	16,95	9,00	7,99	11,94	0,09	-	Not OK
4	30	0	0	0	82,64	-9,99	-17,85	72,41	-21,63	-32,03	21,01	10,23	11,64	14,18	2,36	-	Not OK
5	0	100	0	60	26,45	41,59	-1,73	17,69	22,51	6,69	22,62	8,76	19,08	8,42	10,29	-	Not OK
6	0	100	0	0	47,93	74,11	-3,01	43,03	72,42	7,66	11,86	4,90	1,69	10,67	10,72	-	Not OK
7	0	70	0	0	60,35	51,93	-5,67	49,68	68,06	-8,02	19,48	10,67	16,13	2,35	0,51	-	Not OK
8	0	30	0	0	80,03	20,38	-5,35	68,83	38,63	-12,51	22,58	11,20	18,25	7,16	1,65	-	Not OK
9	0	0	100	60	48,53	-5,30	49,19	25,98	-1,33	22,11	35,46	22,55	3,97	27,08	1,56	-	Not OK
10	0	0	100	0	88,94	-5,02	93,17	84,67	-0,62	99,75	8,99	4,27	4,40	6,58	4,59	-	Not OK
11	0	0	70	0	90,56	-4,57	63,58	86,19	-3,76	85,28	22,15	4,37	0,81	21,70	2,05	-	Not OK
12	0	0	30	0	92,84	-2,51	24,77	89,39	-4,71	49,31	24,88	3,45	2,20	24,54	0,20	-	Not OK
13	100	0	40	0	52,53	-53,19	-19,34	42,25	-61,43	-6,25	18,57	10,28	8,24	13,09	14,59	-	Not OK
14	40	100	0	0	37,89	52,56	-22,07	26,39	42,74	-21,69	15,13	11,50	9,82	0,38	3,76	-	Not OK
15	0	40	100	0	70,88	22,91	72,40	58,66	42,39	66,87	23,65	12,22	19,48	5,53	19,99	-	Not OK
16	0	40	70	40	50,86	15,13	33,06	29,44	16,92	21,44	24,43	21,42	1,79	11,62	7,51	-	Not OK
17	0	70	40	40	42,17	33,42	13,25	26,27	26,86	13,41	17,20	15,90	6,56	0,16	2,81	-	Not OK
18	40	70	0	40	34,60	23,09	-17,15	19,64	15,94	-12,56	17,20	14,96	7,15	4,59	0,69	-	Not OK
19	40	0	70	40	52,45	-18,04	26,12	29,71	-19,32	19,61	23,69	22,74	1,28	6,51	5,12	-	Not OK
20	70	40	0	40	36,56	-1,43	-26,62	19,60	2,23	-20,50	18,40	16,96	3,66	6,12	3,80	-	Not OK
21	0	0	0	3	92,88	-0,08	-1,96	89,38	1,39	-4,15	4,38	3,50	1,47	2,19	1,06	-	OK
22	0	0	0	10	87,93	-0,20	-1,98	79,44	1,16	-3,28	8,70	8,49	1,36	1,30	1,15	-	Not OK
23	0	0	0	25	77,43	-0,40	-1,93	57,87	1,21	-0,37	19,69	19,56	1,61	1,56	2,13	-	Not OK
24	0	0	0	50	59,77	-0,53	-1,61	37,59	1,47	2,11	22,58	22,18	2,00	3,72	4,13	-	Not OK
25	0	0	0	75	39,75	-0,57	-1,02	22,27	1,55	3,30	18,13	17,48	2,12	4,32	4,12	-	Not OK
26	0	0	0	90	25,57	-0,21	-0,53	17,04	0,69	1,08	8,73	8,53	0,90	1,61	1,70	-	Not OK
27	0	0	0	100	14,95	0,19	-0,14	13,29	0,48	1,15	2,12	1,66	0,29	1,29	0,85	-	OK
28	100	100	0	60	15,18	8,84	-24,61	11,96	9,63	-5,75	19,15	3,22	0,79	18,86	11,54	-	Not OK
29	100	100	0	0	24,13	17,20	-46,14	18,32	22,67	-41,42	9,27	5,81	5,47	4,72	6,93	-	Not OK
30	70	70	0	0	40,84	17,09	-35,77	28,64	20,44	-45,83	16,16	12,20	3,35	10,06	1,17	-	Not OK
31	30	30	0	0	69,57	8,37	-19,26	51,22	13,26	-36,42	25,59	18,35	4,89	17,16	1,73	-	Not OK
32	0	100	100	60	26,22	35,38	24,54	17,27	13,14	11,58	27,25	8,95	22,24	12,96	3,18	-	Not OK
33	0	100	100	0	47,37	68,25	48,79	43,18	65,64	47,10	5,22	4,19	2,61	1,69	0,15	-	OK
34	0	70	70	0	59,09	47,55	39,25	48,93	60,05	38,91	16,11	10,16	12,50	0,34	7,64	-	Not OK
35	0	30	30	0	78,62	17,92	18,20	66,00	33,36	26,55	21,62	12,62	15,44	8,35	3,99	-	Not OK
36	100	0	100	60	28,47	-39,38	12,04	15,59	-15,66	5,92	27,68	12,88	23,72	6,12	1,70	-	Not OK
37	100	0	100	0	50,12	-68,43	25,00	39,04	-64,43	21,24	12,37	11,08	4,00	3,76	2,23	-	Not OK
38	70	0	70	0	62,69	-41,44	20,96	49,48	-61,40	23,06	24,03	13,21	19,96	2,10	6,01	-	Not OK
39	30	0	30	0	80,64	-14,75	8,25	67,68	-35,52	16,65	25,88	12,96	20,77	8,40	1,84	-	Not OK
40	100	40	0	0	42,57	-16,27	-48,19	31,07	0,41	-54,90	21,34	11,50	16,68	6,71	17,52	-	Not OK
41	0	100	40	0	48,28	70,95	17,76	43,12	67,48	29,81	13,56	5,16	3,47	12,05	12,52	-	Not OK
42	40	0	100	0	72,70	-25,21	65,09	57,85	-41,67	57,04	23,59	14,85	16,46	8,05	18,30	-	Not OK
43	10	40	40	0	70,23	19,71	18,63	55,00	29,31	22,46	18,41	15,23	9,60	3,83	3,27	-	Not OK
44	20	70	70	0	53,40	36,61	28,63	38,45	36,95	22,69	16,09	14,95	0,34	5,94	5,07	-	Not OK
45	0	70	70	40	41,61	32,01	26,83	24,98	22,91	16,05	21,81	16,63	9,10	10,78	2,96	-	Not OK
46	70	0	40	40	45,40	-26,20	-3,82	25,26	-23,98	0,99	20,83	20,14	2,22	4,81	4,68	-	Not OK
47	0	0	0	0	95,00	-0,02	-1,96	94,04	1,52	-4,33	2,98	0,96	1,54	2,37	1,04	-	OK
48	3	2	2	0	92,43	0,19	-2,06	88,78	0,82	-4,51	4,44	3,65	0,63	2,45	0,27	-	OK
49	10	7	7	0	86,74	0,31	-2,04	78,09	-0,84	-4,88	9,18	8,65	1,15	2,84	1,02	-	Not OK
50	25	19	19	0	75,52	0,07	-1,50	59,10	-5,62	-5,27	17,78	16,42	5,69	3,77	2,85	-	Not OK
51	50	40	40	0	57,54	-0,12	-1,44	38,53	-5,84	-5,25	20,21	19,01	5,72	3,81	2,48	-	Not OK
52	75	66	66	0	39,39	-0,30	-0,55	27,10	-8,34	-1,31	14,71	12,29	8,04	0,76	2,03	-	Not OK
53	100	100	100	0	23,00	0,17	-0,25	16,84	-4,19	2,34	7,98	6,16	4,36	2,59	2,35	-	Not OK
54	80	70	70	100	8,46	0,34	0,44	11,06	-0,46	2,47	3,39	2,60	0,80	2,03	0,97	-	OK

G7_ISO12647-7 Contract Proof

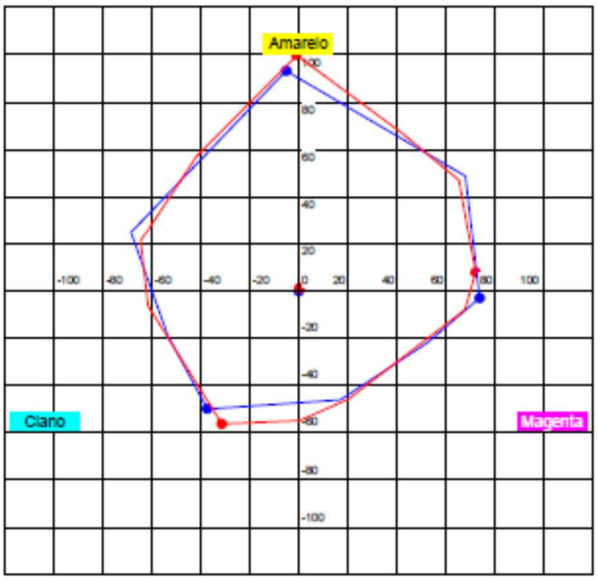
Comparação do espaço de cor

Referência
Medido

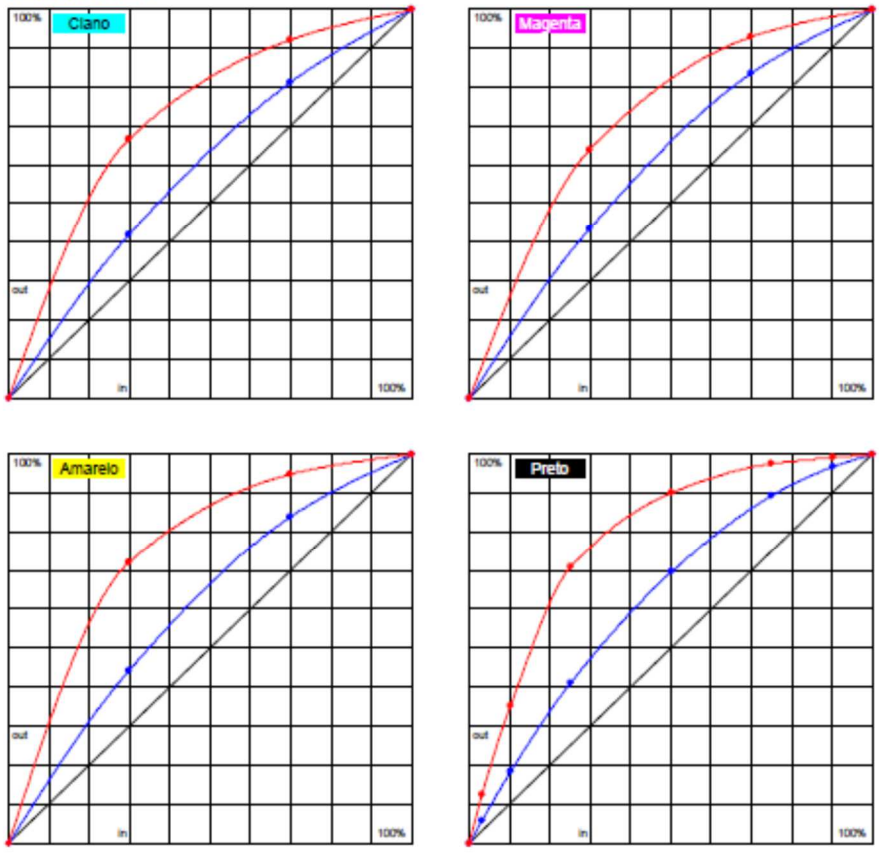
Cores preliminares

Referência
C: L* 54,96 a* -37,12 b* -50,00
M: L* 47,93 a* 74,11 b* -3,01
Y: L* 88,94 a* -5,02 b* 93,17
K: L* 14,95 a* 0,19 b* -0,14

Medido
C: L* 49,57 a* -31,20 b* -56,28
M: L* 43,03 a* 72,42 b* 7,66
Y: L* 84,67 a* -0,62 b* 99,75
K: L* 13,29 a* 0,48 b* 1,15



Curvas do Gradation



Fonte: Software *EFI Color Verifier*

REFERÊNCIAS

XCMYK EXPANDED-GAMUT CMYK BETA PROGRAM, Estados Unidos, Idealliance, 2015.

WHAT IS G7 – TECHNICAL SPECS & BENEFITS, Estados Unidos, Idealliance, 2015.

G7 PRESS GUIDE, Estados Unidos, Idealliance, 2015.

INTRODUCING XCMYK 4-COLOR EXPANDED GAMUT! Disponível em: <https://www.idealliance.org/xcmyk>. Acesso em: 05 de março de 2016.

DRUPA 2016, Dusseldorf, Quad Tech Expanded Color Gamut.

MORTARA, Bruno; *Colorimetria aplicada a processos gráficos*, Editora SENAI, 2017.

SOARES, Rodrigo; *Gerenciamento de cores – Fundamentos*, Editora SENAI, 2017.

O GERENCIAMENTO DE PROJETOS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Wagner Pivetta Zanardo[1]
Ariane Diniz Silva [2]

RESUMO

Este texto apresenta os elementos que constituem a estrutura para normalização e aplicação de ferramentas e técnicas de gerenciamento de projetos voltado para a automação industrial, usando como base o PMBOK e a ABNT NBR ISO 21.500 focado na tríplice restrição. O gerenciamento de projetos é importante por aumentar a competitividade da empresa, tendo um produto com maior qualidade, preço mais acessível e que acabará atraindo novos clientes aumentando o volume de vendas e o faturamento em longo prazo. A automação industrial cada vez mais está sendo utilizado pelas organizações com o objetivo de aumentar a produtividade, a redução de custos de fabricação e aumento da qualidade do produto. Foram incorporados elementos únicos que existem em um projeto de automação industrial, isto é, informações importantes que existem nessa área do conhecimento e que não eram tratados diretamente pelo gerenciamento de projetos. O resultado desse trabalho é obter um modelo sistema de gestão focado e dedicado a automação industrial levando em conta suas características básicas desses projetos e que pode ser adaptado as necessidades da organização.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projetos. Automação. PMBOK. Tríplice Restrição. ABNT NBR ISO 21.500. Métodos Ágeis.

1. INTRODUÇÃO

No projeto, desenvolvimento e implantação de um sistema de automação industrial, existem várias etapas que precisam ser seguidas para alcançar o sucesso como, por exemplo, a concepção inicial, estudo de mercado, levantamento de *marketing*, especificações técnicas, desenhos de produtos, testes de desempenho, avaliação interna e de potenciais usuários e clientes, assim nota-se a grande importância de ter-se um

[1] Graduado em Tecnologia Mecânica na Faculdade de Tecnologia de Sorocaba. E-mail: wpz@ig.com.br
[2] Doutora em educação na Universidade de Sorocaba (Uniso) e professora na Faculdade de Tecnologia Senai Gaspar Junior. E-mail: ariane_ds@yahoo.com.br

gerenciamento de projetos bem planejado, definido e controlado. Neste contexto, este trabalho visa demonstrar como as técnicas de gerenciamento de projetos podem ser aplicadas a automação industrial. Visa ainda evidenciar como é feito o gerenciamento do projeto usando um procedimento interno elaborado baseado na metodologia / conceitos da Tríplice Restrição (Escopo, Custo e Prazo) e que foi usado como base, além da literatura correlacionada a norma ISO 21.500 e ao PMBOK que trata desse assunto.

2. O GERENCIAMENTO DE PROJETOS

De acordo com o TSG (2010), apenas 32% dos projetos tem sucesso, conforme foram concebidos até a implementação, 44% tem sucesso parcial, isto é, falta algo ou falha durante o processo de implementação e 24% são cancelados ou paralisados. Outro dado apontado pelo estudo da TSG (2010) é que os custos extrapolam 189% do previsto e o tempo se estende em 222% do inicialmente planejado. Ainda segundo a TSG (2010), alguns motivos segundo os projetos falham são o orçamento feito sem o critério adequado, meta e objetivos mal definidos, comunicação ineficiente, mudança tecnológica, equipe mal treinada, planejamento e controle inadequados, falta de análise de riscos, e um sistema de neutralização de itens de alto risco, falta de comprometimento das artes envolvidas, falta de critérios técnicos e especificações, falta de atualização da capacidade fabril, análise inadequada dos fornecedores, estouro do prazo e/ou do orçamento.

Segundo Menezes (2001) um projeto é um empreendimento, com características próprias, tendo princípio e fim, conduzido por pessoas, de modo progressivo, para atingir metas estabelecidas dentro dos parâmetros de prazo, custo e qualidade. E o gerenciamento de projetos, segundo o PMI (2013) é a aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos seus requisitos. Ainda segundo o PMI (2013), o gerenciamento de projetos é realizado através da aplicação e integração apropriadas dos 47 processos de gerenciamento de projetos, logicamente agrupados em cinco grupos de processos.

Esses cinco grupos de processos são:

a) Iniciação,

b) Planejamento,

c) Execução,

d) Monitoramento e controle, e

e) Encerramento.

Os grupos de gerenciamento de um projeto podem ser visto na figura 1:

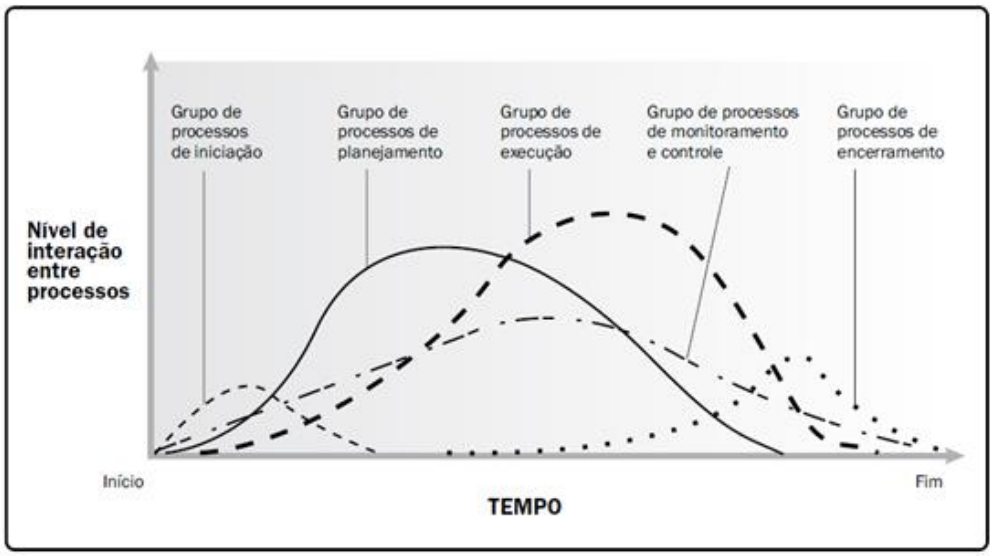


FIGURA 1: Grupos do processo de gerenciamento
Fonte: PMI, 2013

Ainda segundo o PMI (2013), o gerenciamento de um projeto normalmente inclui, mas não se limita a:

a) Identificação dos requisitos;

b) Abordagem das diferentes necessidades, preocupações e expectativas das partes interessadas no planejamento e execução do projeto;

c) Estabelecimento, manutenção e execução de comunicações ativas, eficazes e colaborativas entre as partes interessadas;

d) Gerenciamento das partes interessadas visando o atendimento aos requisitos do projeto e a criação das suas entregas;

e) Equilíbrio das restrições conflitantes do projeto que incluem, mas não se limitam, a: Escopo, Qualidade, Cronograma, Orçamento, Recursos e Riscos.

Continuando, os processos e procedimentos segundo o PMBOK, contido em PMI (2013), da organização para a condução do trabalho do projeto incluem, mas não se limitam, a:

a) Iniciação e planejamento:

Diretrizes e critérios para adequação do conjunto de processos e procedimentos padrão da organização a fim de atender às necessidades específicas do projeto; padrões organizacionais específicos como políticas (por exemplo, políticas de

recursos humanos, de saúde e segurança, de ética e de gerenciamento de projetos), ciclos de vida do produto e do projeto, e políticas e procedimentos de qualidade (p.ex., auditorias de processos, metas de melhorias, listas de verificação e definições padronizadas de processos para uso na organização);

b) Execução, monitoramento e controle:

Procedimentos de controle de mudanças, inclusive os passos para modificação dos padrões, políticas, planos e procedimentos da organização, ou de quaisquer documentos do projeto, e o modo como quaisquer mudanças serão aprovadas e validadas; procedimentos de controles financeiros (por exemplo, relatório de horas, análises obrigatórias de gastos e despesas, códigos contábeis e cláusulas contratuais padrão); procedimentos de gerenciamento de questões e defeitos que definem os seus controles, identificação e solução de questões e defeitos, e acompanhamento dos seus itens de ação; procedimentos de priorização, critérios de avaliação de propostas, e critérios de medição de desempenho.

c) Encerramento:

Diretrizes ou requisitos de encerramento do projeto (por exemplo: lições aprendidas, auditorias finais do projeto, avaliações do projeto, validações de produto e critérios de aceitação). Embora essas características continuem presentes até certo ponto nos ciclos de vidas de quase todos os projetos, elas não estão sempre presentes no mesmo grau, como visto na figura 2.

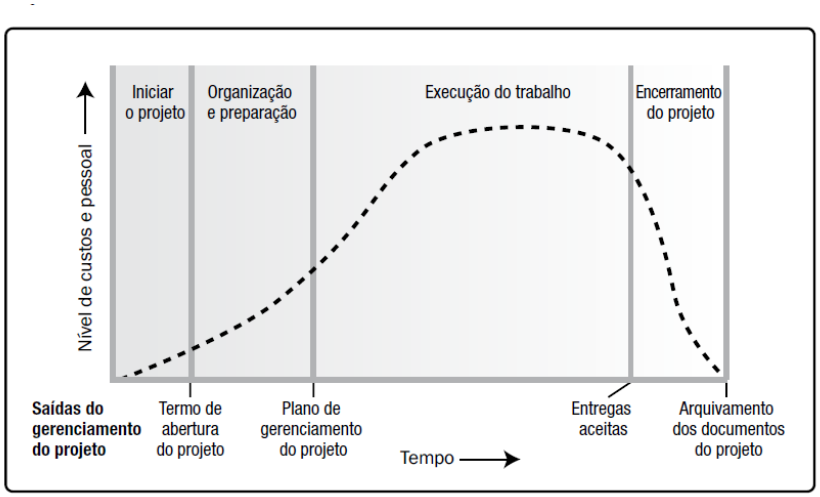


FIGURA 2: Ciclo de vida um projeto

Fonte: PMI, 2013

2.1. As áreas e processos do PMI

Na figura 3 são apresentados as grandes áreas e os processos segundo o PMBOK, contido no PMI (2013). São os cruzamentos entre eles que resulta na necessidade de aplicações de ferramentas e técnicas de gestão para cada item relacionado. São 5 grandes áreas (iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento) e 9 processos: escopo, custo, prazo, recursos humanos, aquisições, comunicação, qualidade, riscos e integração.

As ferramentas e técnicas são adotadas em cada intersecção das linhas e colunas, isto é, cada interseção necessidade de uma entrada de dados que após processada gerará uma saída de informação.

	Iniciação	Planejamento	Execução	Controle	Encerramento
Escopo		Coletar requisitos. Definir escopo. Criar EAP		Verificar e controlar escopo	
Tempo		Definir atividades. Estimar sua sequência, duração e recursos. Criar cronograma		Controlar cronograma	
Custos		Estimar custos. Definir orçamento		Controlar custos	
Qualidade		Planejar qualidade	Realizar garantia da qualidade	Controlar qualidade	
Recursos Humanos		Planejar RH	Mobilizar, desenvolver e gerenciar equipe		
Aquisições		Planejar aquisições	Conduzir aquisições	Administrar aquisições	Encerrar aquisições
Comunicações	Identificar partes interessadas	Planejar comunicações	Distribuir informações. Gerenciar expectativas das partes interessadas	Reportar desempenho	
Riscos		Identificar riscos. Planejar sua gestão e resposta. Analisar quali- e quantitativamente.		Monitorar e controlar riscos	
Integração	Desenvolver TAP	Desenvolver plano de gerenciamento do projeto	Orientar e gerenciar a execução	Monitorar e controlar trabalho e mudanças	Encerrar projeto ou fase

FIGURA 3: Grupos e Processo
Fonte: PMI 2013, adaptado pelo autor

2.2 A tríplice restrição do projeto

De acordo com Newell (2002), existem três fatores conflitantes: tempo, custo e um terceiro fator que pode ser escopo ou qualidade, dependendo da visão adotada, o fator restante é consequência desse balanceamento, por exemplo, se definirmos tempo,

custo e escopo o fator resultante será qualidade. Ainda segundo Newell (2002), existe um equilíbrio natural entre essas quatro "forças" dentro do projeto, que é estabelecido no momento em que as linhas de base de escopo, tempo e custo são acordadas entre as partes envolvidas na realização do projeto. A partir desse ponto, mudanças em uma dimensão (por exemplo, escopo) serão refletidas em uma ou mais entre as três outras. Esse balanceamento é conhecido como a teoria da tríplice restrição, vista na figura 4:

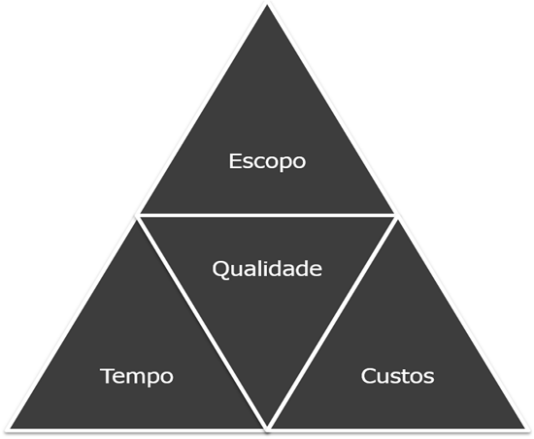


FIGURA 4: A tríplice restrição
Fonte: Rozenfeld 2006, adaptado pelo autor

2.3 As metodologias Ágeis para desenvolvimento

As metodologias de desenvolvimento ágil, no Brasil, têm gerado grande entusiasmo entre seus usuários, assim como na comunidade acadêmica. Destacam-se, principalmente, os aspectos relacionados as melhorias nos resultados que a empresa de software deseja obter, como o aprimoramento de seus processos internos e de sua estrutura organizacional. Nesse aspecto, destaca-se o Scrum, que vem ganhando cada vez mais espaço, pois tem como objetivo acelerar o desenvolvimento de software visando uma melhoria contínua do processo (VARASCHIM, 2009).

O Scrum utiliza um esqueleto de processo iterativo e incremental para aperfeiçoar a previsibilidade e melhorar o controle de riscos. As equipes são enxutas e possuem três papéis principais desempenhados no projeto: o Product Owner, o Scrum Master e o time de desenvolvimento (SCHWABER, 2004).

Uma metodologia ágil pode ser uma alternativa para o desenvolvimento da parte do software e para a programação de hardware necessária (CLP, IHM, SCADA, etc) em relação aos métodos tradicionais de desenvolvimento existentes no mercado, como o Cascata, Incremental, Espiral, entre outros.

3. O PRODUTO

Para Rozenfeld (2006), deverão ser definidos os parâmetros que caracterizam o produto (o que é o produto) e as funcionalidades que dele se espera (para que serve o produto), de forma a se ter uma clara compreensão do que será fornecido ao cliente. Esses parâmetros devem ser preferencialmente quantitativos e devem apresentar metas claras e inequívocas, mesmo quando qualitativos. O ciclo de vida clássico de um produto pode ser divido basicamente em quatro partes, conforme mostrado na figura 5. Normalmente, antes de ser atingida a maturidade do produto e por consequente seu declínio (fim de vida econômica), outro produto deveria ser desenvolvido e lançado para que um novo ciclo seja criado.

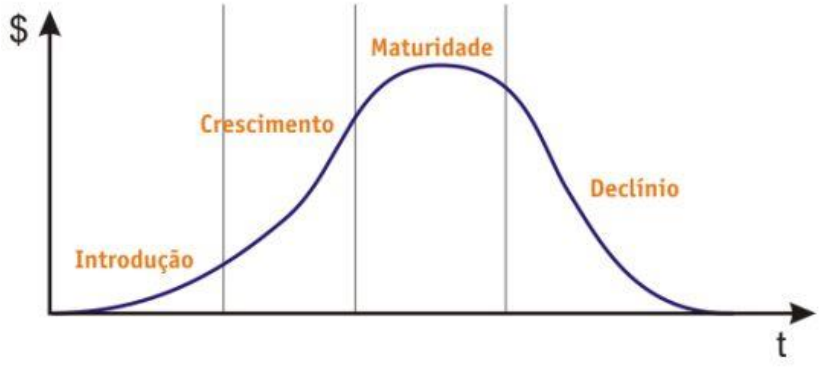


FIGURA 5: Ciclo de vida do produto
Fonte: Rozenfeld 2006, adaptado pelo autor

4. A AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Segundo Moore (1986), a automação industrial se resume em reduzir a necessidade da intervenção humana em um processo de produção ou máquinas, abrindo portas para o uso de sistemas de controle. Com a elevação da produtividade em um mercado competitivo, torne-se inevitável explorar a produção ao máximo com um menor consumo possível de energia, redução de emissão de resíduos e melhoramento da segurança, além de tornar o processo mais produtivo, eficaz e ao mesmo tempo reduzindo custos. A automação desempenha cada vez mais um papel importante na economia mundial, otimizando inúmeras operações que envolvem: velocidade, confiança, versatilidade e fluxo de produção. A automação industrial iniciou-se com o controle pneumático e medições realizadas por instrumentos analógicos, que eram instalados em painéis de comando e ocupavam um enorme espaço junto as máquinas e produção,

posteriormente centralizado em salas de controle. Com a evolução da tecnologia e aplicações voltadas para a indústria, os circuitos integrados e transmissores diminuíram seu custo e tamanho, obtendo um grande avanço na área de controle e supervisão.

Segundo Morais e Castrucci (2001), a solução de automação industrial (SAI) deve atender as seguintes demandas:

a) Repetibilidade com maior qualidade na produção;
b) Realização de tarefas impossíveis ou agressivas para o homem;
c) Rapidez de resposta ao atendimento de produção;
d) Redução de custos de produção;
e) Restabelecimento mais rápido do sistema produtivo;
f) Redução da área de fabricação;
g) Possibilidade de introdução de sistemas produtivos integrados;

4.1 Modalidades de contratação de automação industrial

Segundo Venturelli (2015), dentro das modalidades de contratação feita pelo cliente final de uma empresa de engenharia, as principais são:

EPCM – Modalidade onde a empresa fornecedora é responsável por todo o fornecimento de Engenharia, Compras (normalmente este modelo repassa o faturamento dos equipamentos principais para o cliente final), Construção e Gerenciamento do projeto;

EPC – Modalidade onde a empresa fornecedora é responsável por todo o fornecimento de Engenharia, Compras e Construção, normalmente o cliente final contrata uma empresa de gestão para diligenciar a obra;

TURN KEY – Modalidade chamada chave na mão, é a entrega completa do sistema pela empresa, que normalmente é chamada de integradora, cujo foco somente é a automação do sistema;

MAC – Modalidade chamada de Contrato Principal de Automação, é uma modalidade parecida com o TURN KEY, porém o fornecedor também tem a responsabilidade por infraestrutura e operação assistida, normalmente são contrato feitos por grandes empresas de automação industrial.

4.2 Pirâmide da automação industrial

Segundo Moraes e Castrucci (2001), dentro da automação industrial, existe a "Pirâmide da Automação" que define os níveis de automação industrial, conforme indicada na figura 6. Ela é dividida em 5 níveis, a saber:

Nível 1 – Aquisição de Dados e Controle Manual: o primeiro nível é majoritariamente composto por dispositivos de campo. Atuadores, sensores, transmissores e outros componentes presentes na planta compõem este nível.

Nível 2 – Controle Individual: O segundo nível compreende equipamentos que realizam o controle automatizado das atividades da planta. Aqui se encontram controle lógico programável (CLP's), sistema digital de controle distribuído (SDCD's) e relés.

Nível 3 – Controle de Célula, Supervisão e Otimização do Processo: O terceiro nível destina-se a supervisão dos processos executados por uma determinada célula de trabalho em uma planta. Na maioria dos casos, também obtém suporte de um banco de dados com todas as informações relativas ao processo.

Nível 4 – Controle Fabril Total, Produção e Programação: O quarto nível é responsável pela parte de programação e também do planejamento da produção. Auxilia tanto no controle de processos industriais quanto também na logística de suprimentos. Podemos encontrar o termo Gerenciamento da Planta para este nível.

Nível 5 – Planejamento Estratégico e Gerenciamento Corporativo: O quinto e último nível da pirâmide da automação industrial se encarrega da administração dos recursos da empresa. Neste nível encontram-se softwares para gestão de venda, gestão financeira e BI (*Businnes Inteligence*) para ajudar na tomada de decisões que afetam a empresa como um todo.

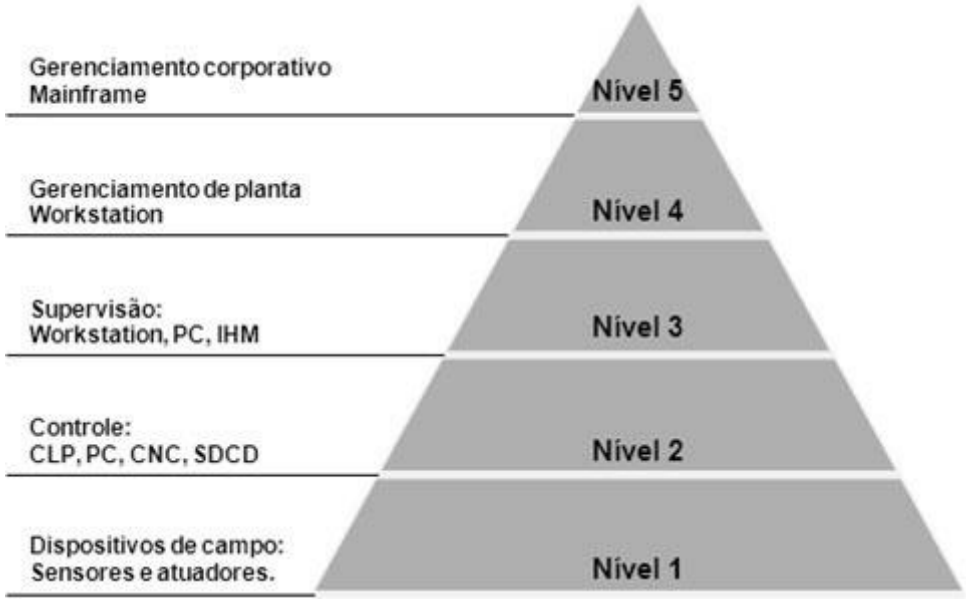


FIGURA 6: Pirâmide da Automação
Fonte: Próprio Autor

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho visa ser uma proposta inicial e geral de procedimento que pode ser utilizada para projetos de automação industrial e poderá ser aprimorada e modificada conforme a necessidade para cada caso específico. Entender os requisitos do projeto assim como do produto em si não é algo simples e devido ao mercado competitivo existe a necessidade de gerar novos produtos inovadores, de forma organizada e melhorando o tempo de lançamento, além do preço e por esse motivo a atividade de gerenciamento de projetos está cada vez mais sendo incorporada nas empresas para manter a sua competitividade no mercado. Em síntese, a falta de um planejamento adequado irá impactar na execução do projeto e isso resultará em impactos no custo, escopo e prazo (que em conjunto são conhecidos como tríplice restrição), além da qualidade final, tanto do projeto quando do entregável em si. Neste âmbito, concluímos então que o sucesso do projeto e por fim, de seu gerenciamento, passa diretamente por um bom gerenciamento da "Tríplice Restrição", pois o gerenciamento correto do escopo, tempo e custos são considerados os pilares para se chegar ao resultado final de forma a suprir as expectativas do projeto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. Orientações sobre o gerenciamento de projetos.** ABNT NBR ISO 21500, outubro 2002.

MENEZES, Luís Cesar de Moura – **Gestão de Projetos**, Editora Atlas S.A., São Paulo, 2001.

MOORE, J.A. **Digital Control Devices, Equipment and Application**. New York: ISA Press-1986

Moraes, C.C. and Castrucci, P. **Engenharia de Automação Industrial**. LTC, Rio de Janeiro – RJ, 2001

NEWELL, Newell. - **Preparing for the project management professional (PMP) certification exam** - New York: American Management Associantion, 2002.

PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). **Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos** – Guia PMBOK. 5. ed. Upper Darby, PA: PMI, 2013.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos** - Uma referência para a melhoria do processo, São Paulo, Saraiva, 2006, 576p.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

TSG. The Standish Group. **CHAOS Report**. Disponível em: https://www.projectsmart.co.uk/white-papers/chaos-report.pdf <Acessado em 18 de Julho de 2018>

VARASCHIM, Jacques Douglas. **Implantando o SCRUM em um Ambiente de Desenvolvimento de Produtos para Internet**. Curso de Ciência da Computação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009

VENTURELLI, Márcio. **Gerenciamento de Projetos de Automação Industrial** – Gerenciando a Implantação de Sistemas de Automação Industrial. São Paulo: MHV, 2015.

GESTÃO DE PESSOAS E A ERA DA INDÚSTRIA 4.0

Gisele de Lima Fernandes Ribeiro[1]

RESUMO

Em plena era da chamada indústria 4.0, o presente artigo visa, por meio de um breve resgate histórico e conceitual, desencadear a reflexão acerca de como as transformações nas condições de trabalho e de emprego, desde os tempos mais remotos, obrigaram o homem a se reinventar enquanto profissional. A pesquisa enfatiza ainda, como essas transformações impactaram as mais diferentes esferas da sociedade, tais como a família, a economia, a política, entre outras. Por fim, alinhada aos objetivos organizacionais, como responsável e facilitadora do desenvolvimento do capital humano nas organizações, a pesquisa busca suscitar reflexão acerca do papel da gestão de pessoas.

Palavras-chave: Capital Humano. Indústria 4.0. Globalização. Conhecimento. Competências Essenciais.

1. INTRODUÇÃO

Muito se tem falado sobre a indústria 4.0 e seus impactos nos mais diversos setores da sociedade. O conceito da conectividade no ambiente empresarial, que permite interação e troca de informações entre as próprias máquinas, possibilita tomada de decisões que otimizem os processos, visa redução de custos, melhoria da qualidade e atendimento às mais diversas demandas, está cada vez mais presente nas discussões acerca da gestão empresarial. Mas diante de tamanha revolução nas operações, algumas questões emergem: Quem são os profissionais da indústria 4.0? Como o gerenciamento de pessoas contribuirá com as novas organizações? E, como preparará o profissional para esse futuro, nada distante?

[1] Doutora e mestre em Psicologia Experimental: Análise do Comportamento pela PUC/SP; Psicóloga pela USJT; e Licenciada em Pedagogia pela UNICID. Possui pós-graduação lato sensu em Educação em Ambientes Virtuais pela Universidade Cruzeiro do Sul e em Recursos Humanos na Gestão de Pessoas pela USJT. Conta com experiência de 24 anos na área de gestão de pessoas e de 17 anos no ensino superior. É docente do CST em Produção Gráfica no SENAI Theobaldo de Nigris e Coordenadora de cursos de Graduação e de Pós-graduação EaD no grupo Cruzeiro do Sul Educacional. E-mail: gisele.ribeiro@sp.senai.br

Apesar de o tema, indústria 4.0 ser recente, a necessidade de o homem adequar-se às transformações nas condições de trabalho e emprego não é novidade. Ao longo da história da humanidade, é possível identificarem por diversos momentos que o homem precisou se adequar às transformações no modelo de trabalho. Transformações que o impactaram não apenas no âmbito profissional, mas também nas demais esferas de sua vida, tais como, a relação familiar e em comunidade, bem como o modo de lidar com a informação e buscar conhecimento.

Por meio de um resgate literário, histórico e analítico, o presente artigo, apresenta, ainda que sem a pretensão de esgotar o tema, como, em diferentes época, as transformações no ambiente organizacional impactam na relação homem-trabalho e, por meio dessa, suscitar reflexão acerca de como a gestão de pessoas, alinhada aos objetivos organizacionais, pode contribuir nesse novo momento das organizações.

2. DO ARTESÃO AO OPERÁRIO

O futurólogo Alvin Toffler (2014) afirma que as mudanças pelas quais a sociedade passa conduz a transformações nos mais diferentes sistemas e subsistemas da sociedade.

Como descreve o autor, à medida em que o homem deixa a vida nômade e estabelece relação com a terra, cultivando-a, provoca modificações políticas, econômicas, familiares, culturais, sociais, educacionais, entre outras áreas da vida humana.

Na Era Agrícola, fase denominada de primeira onda por Toffler, a principal fonte de riqueza do homem era a terra, por meio da qual tirava seu sustento. A primeira onda marcou a sociedade há mais de 10 mil anos e, nela, a estratificação social predominava, definindo de forma clara e rígida os diferentes níveis hierárquicos desde o nascimento.

Com sistema de trabalho predominante artesanal, quem detinha o conhecimento era o patriarca da família. E, se conhecimento é poder, a mais importante posição familiar era a do patriarca, que era senhor absoluto do lar e plenamente respeitado. Seu conhecimento era transmitido de pai para filho, nas grandes e numerosas famílias.

Com a Revolução Industrial, denominada a segunda onda, a manufatura industrial e o comércio de bens passam a ser a fonte de riqueza da sociedade, ocupando a posição da terra. E se a riqueza não estava mais nos campos, mas nas cidades, é para lá, para os centros urbanos que a família se transferia.

Em relação à família, se durante a primeira onda a parentela numerosa era até conveniente, pois todos auxiliavam no oficio familiar; a segunda onda exige mais mobilidade, requerendo um modelo familiar mais compacto, que pudesse se deslocar do campo para a cidade, onde o emprego estava. Portanto o modelo ideal passa a ser o da família nuclear: pai, mãe e filhos, “sem o estorvo dos parentes” (TOFFLER, 2014, p. 41). E assim surgem os asilos para cuidar dos parentes que sobram.

Se antes, na primeira onda, a educação formal era restrita apenas à elite, na segunda onda surge a educação em massa, cuja tarefa, por meio das escolas, não era apenas a de ensinar leitura, escrita e aritmética, mas a de formar, por meio do currículo encoberto, futuros operários ensinados a serem pontuais, disciplinados e hábeis em atividades rotineiras e repetitivas. Cabe ao homem adequar-se a tais modificações, adaptar-se ao novo modelo de trabalho.

A autoridade patriarcal começa a ruir, uma vez que não é mais o pai o detentor do conhecimento e senhor absoluto do lar. O conhecimento, que estava na família, é transferido para a empresa moderna – industrial e comercial, que passa a ser o centro do saber.

Outras mudanças como: a introdução do rádio, da televisão, posteriormente do computador, além da viação, que agilizavam o sistema de comunicação, que na primeira onda era restrito aos manuscritos; ou mesmo a descoberta da pílula anticoncepcional, que permitiu à mulher maior controle sobre seu corpo, ocasionaram transformações políticas e sociais importantes.

Diante de tal cenário, das mudanças geradas pela segunda onda, é possível vislumbrar o quanto o homem precisou se modificar para adequar-se às exigências do trabalho: seu “ganha pão”. Aquele que trabalhava no ambiente familiar em um ofício sobre o qual tinha domínio de cada etapa, passa a atuar na fábrica, distante do lar, e em atividades, na maioria das vezes, sem significado, uma vez que executava apenas uma pequena parte do todo. Na segunda onda, o homem era apenas mais uma das peças de engrenagem das grandiosas fábricas.

3. ERA DO CONHECIMENTO

A constituição da chamada Sociedade da Informação, ou do Conhecimento, marca o surgimento da terceira onda. Com sistemas de comunicação e de transporte muito mais eficientes, a distância global diminui, desencadeando a chamada aldeia global.

A globalização das economias, a criação de zonas de comércio livre e blocos econômicos, diminuem as fronteiras e aumentam a concorrência. Para manterem-se competitivas, não basta às organizações apenas a produção em larga escala, a produção em massa. É preciso inovar, fazer melhor do que os concorrentes, é preciso ter conhecimento.

É por meio do conhecimento que se adquire o poder. É o conhecimento que permitirá criar métodos de produção muito mais eficientes, quer na fábrica, quer no campo. Por meio do conhecimento, o homem pode, diferente das Eras anteriores, acender na escala social, até então estratificada.

Além da maleabilidade econômica, a terceira onda traz também a maleabilidade social. A instituição familiar, tal como já havia previsto Toffler, ainda na década de 1980, passa a ter formatos distintos, nas quais há fusão dos papéis e de valores sociais. Surgem movimentos em defesa da diversidade, da igualdade e especialmente do individualismo, tornando o indivíduo o centro de tudo (TOFFLER, 2014).

Já com relação específica ao trabalho, a criação da aldeia global, cercada de informação e conhecimento disponível a todos e competitividade cada vez mais acirrada, faz com que as organizações necessitem se reinventar. Não é mais a força dos músculos o diferencial o trabalhador, mas o valor que esse agrega à organização.

Prahalad e Hamel (1990) ao difundirem o conceito de *core competence*, ou competências essenciais, são categóricos ao afirmar que uma organização só se manterá competitiva, caso seja capaz de se diferenciar de seus concorrentes.

Para os autores, “a tarefa crítica para a gestão é criar uma organização capaz de infundir produtos com funcionalidades irresistíveis ou, melhor ainda, criar produtos que os clientes precisam, mas ainda nem sequer imaginam” (PRAHALAD e HAMEL, 1990, s.p.) E como fazer isso? Não há outra forma se não a de investir no capital humano, que provê à organização elementos para constituição de seu capital intelectual.

4. PARADOXO DA GESTÃO DE PESSOAS

A despeito da valorização do capital humano nas organizações, da percepção e das mensagens eloquentes em que o homem é a melhor fonte do conhecimento da empresa: vivemos um paradoxo. O que de fato realmente acontece nas organizações, como bem colocam Prahalad e Hamel, é que se por um lado o discurso "é que os funcionários são o patrimônio mais valioso da empresa; o que eles (os funcionários) percebem é que são o patrimônio mais descartável" (2005, pp. 11-12).

Ainda nas palavras dos autores,

> ... os funcionários têm dificuldade em se conformar com todo discurso sobre a importância do Capital Humano acompanhado de cortes aparentemente indiscriminados. Com muita frequência, têm de enfrentar a opção perder ou perder: Se não for mais eficiente, você perderá seu emprego. E, por falar nisso, se for realmente mais eficiente, você perderá seu emprego. (2005, pp. 11-12).

Ainda em meados da década de 1990, autores como Bridges (1995) e Rifkin (1995) já anunciavam a mal fadada situação do homem em relação à organização.

Para os autores, na época, já estava evidente que o processamento de dados, o avanço das telecomunicações, a internet, a automação, tornariam atividades, até então, realizadas pelo homem, passíveis de serem realizadas por máquinas, reduzindo custos e aumentando a produtividade. Anunciavam, então, em 1995, o declínio dos postos de trabalho.

Nesse sentido, tal como sugeriam no título de seus respectivos livros, Bridges, em *Um mundo sem empregos*, e Rifkin, em *O fim dos empregos*, o mundo que estava por vir seria o de cada vez menos ofertaria postos de trabalho. Vale ressaltar, entretanto, que menos postos de trabalho não significava na época, e não significa agora, extinção do emprego, mas sim um número cada vez mais escasso de oportunidades de emprego.

E a previsão tem se confirmado. Com profissões sendo extintas e novas profissões sendo criadas, o futuro passa a exigir muito mais dos profissionais de hoje. Ou seja, mais uma vez a relação homem-trabalho é alterada. Na atual relação, o profissional deve agregar valor à organização, mantendo-a competitiva. Deve buscar

constante qualificação e desenvolvimento, além de gerenciar sua carreira como um empreendedor.

A fim de atender às exigências da atual relação homem-trabalho vive-se na chamada Era *Multitasking*[2], ou Era Multitarefa, com demandas intermináveis e sobrepostas. Com tudo isso, mais uma vez, as relações familiares e sociais são impactadas, bem como a economia e a política.

Parafraseando Prahalad e Hamel (2005), quando afirmam que as empresas deveriam não apenas se preocupar com a análise detalhada de seus custos, mas também com o valor percebido pelos clientes, vale acrescentar que precisam também se preocupar em potencializar seu principal ativo, o indivíduo na organização.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do ponto de vista da Gestão de Pessoas, o homem, ao longo do tempo, deixou de ser visto como apêndice da máquina e gerador de custos, para ser visto como componente do capital intelectual da organização.

Entretanto é inegável que, por mais consciência que as organizações possam ter acerca da importância do capital humano, de entendê-lo como seu diferencial e fator decisivo para obtenção de melhor resultado econômico muitas vezes, as ações se mostram contrárias.

Como gestor é importante considerar, ainda que a indústria 4.0 revolucione os diversos setores da sociedade, sabe-se hoje que o homem não é apêndice da máquina, como já dito aqui - e em tantos outros lugares -, mas podemos afirmar que a máquina é sim apêndice do homem, produto de seu conhecimento.

Portanto é importante considerar não apenas o discurso, mas as ações e, especialmente a crença, seja a de que, como bem coloca Stewart (1998), o conhecimento da organização advém do capital humano, e é esse que proverá condições para o desenvolvimento das competências organizacionais e, consequentemente, das competências essenciais. Ou seja, é esse o conhecimento que permitirá a organização criar vantagem competitiva inovadora, difícil de ser imitada, que atenda aos anseios dos clientes e que seja capaz de expandir para novos mercados, tal como descrevem Prahalad e Hamel (1990), ao definirem a organização que possui competências essenciais.

[2] Termo utilizado para definir uma das características da era moderna, na qual a capacidade de executar diversas tarefas simultaneamente é valorizadas.

REFERÊNCIAS

BRIDGES, William. **Um mundo sem empregos**. JobShift. São Paulo: Makron Books, 1995

PRAHALAD, C. K. e HAMEL, G. (1990). **The core competence of de corporation.** Harvard Business Review. May-Jun 1990.

_____.(2005). **Competindo pelo futuro**: estratégias inovadoras para obter o controle do seu setor e criar os mercados de amanhã. Traduzido por Outras Palavras. Rio de Janeiro: Elsevier.

RIFKIN, Jeremy. **O fim dos empregos.** São Paulo: Makron Books, 1995

STEWART, Thomas A. (1998). **Capital Intelectual**: a nova vantagem competitiva das empresas. 11º edição. Rio de Janeiro: Campus.

TOFFLER, Alvin. (2014). **A Terceira Onda**. 32º ed. Rio de Janeiro: Record, publicação original 1980.

GESTÃO DE TERCEIROS: ANÁLISE DA TERCEIRIZAÇÃO NO NOVO MODELO TRABALHISTA

Aline Akemi Uehara da Conceição[1]
José Gil Oliveira - Orientador[2]

RESUMO

Este artigo tem como objetivo apresentar uma análise da terceirização dos serviços, abordando o novo modelo de gestão com base na reforma trabalhista. Será abordado o novo modelo de trabalho e o recolhimento das obrigações legais. A norma instituída em 1º de janeiro de 2018, será aplicado para empresas. O governo terá a possibilidade de controle e recebimento de informações das empresas e identificar a sua regularidade. As empresas deverão seguir com a aplicação das novas regras e implementar medidas para cumprirem o cronograma definido pela Receita Federal na Instrução Normativa 1701/2017, e através do projeto eSocial. O novo modelo facilitará a administração com informações dos trabalhadores, pois será aplicada de forma simplificada e padronizada. As informações são enviadas por meio digital através da plataforma eSocial, o que trará maior segurança e ganho de produtividade. Além de possibilitar o registro imediato de novas informações para a contratação de um empregado, integração de processos e disponibilização imediata aos órgãos envolvidos. Será abordada a aplicação do método de adequação aos novos requerimentos dentro da empresa e também a análise crítica entre os benefícios da terceirização planejada e executada. Neste estudo, os objetivos do novo modelo serão abordados para os envolvidos, que seriam os trabalhadores, governo e empregadores.

Palavras-chave: Terceirização. Serviços. Reforma Trabalhista. Obrigações Legais. Instrução Normativa. Receita Federal.

1. INTRODUÇÃO

[1] Pós-graduando em Gestão de Facilities - Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta CEP: 04023-001 - São Paulo – SP – Brasil
[2] Mestre em Ciências da Energia pela Universidade de São Paulo (USP). Graduado em Engenharia Eletrônica pela Universidade São Judas Tadeu de SP (USJT). E-mail: jose.gil@sp.senai.br

Com a globalização, muitas empresas adotaram a terceirização como uma das estratégias da organização, concentrando seus empenhos em sua atividade principal e deixando as atividades secundárias aos cuidados de terceiros especializados. Quando a gestão de terceiros é administrada adequadamente aumenta o desempenho da empresa contratante, pois todos os esforços estarão direcionados para o ramo do negócio. Os administradores devem contar com profissionais capacitados que entendam os conceitos e as aplicações da gestão de terceiros devidos as questões previdenciárias, trabalhistas, tributárias, requisitos técnicos, segurança do trabalho e ambiental.

O papel do gestor é entender as vantagens e desvantagens, ganho de produtividade que permita economia nos custos e diferencias competitivos. Tais vantagens econômicas são obtidas quando também há uma preocupação em diminuir os riscos trabalhistas e previdenciários. A falta de informação a respeito das leis trabalhistas e dos procedimentos empregatícios colocam as empresas em situação passiveis de multa pela delegacia regional do trabalho e ações trabalhistas. As empresas devem criar metodologias e procedimentos para implantação das obrigações nas áreas responsáveis pelas contratações para evitar riscos desnecessários.

As empresas que terceirizam os trabalhos deverão encaminhar as informações à Receita Federal com a Escrituração Fiscal Digital de Retenções e Outras Informações Fiscais (EFD-Reinf). As empresas tomadoras dos serviços deverão fornecer todas as informações para a empresa contratante.

O eSocial é a forma eletrônica de encaminhamento das informações unificadas relativa aos trabalhadores na qual serão encaminhadas as contribuições previdenciárias, folha de pagamento, comunicações de acidente de trabalho, aviso prévio, escriturações fiscais e informações sobre o FGTS, desta forma a contribuição previdenciária e o imposto de renda são calculados, retidos e recolhidos corretamente.

2. MATERIAIS E METODOLOGIA

Como metodologia utilizada, foram baseadas nas pesquisas eletrônicas no site do Governo Federal, que consiste nas informações necessárias para o conhecimento do novo sistema de envio das obrigatoriedades dos trabalhadores.

Desta forma, a pesquisa se organiza em teórica e técnica. A parte conclusiva consiste na organização do material, de escolher os documentos a serem analisados e formulação de hipóteses.

IMPLANTAÇÃO

A implantação do programa eSocial será aplicada em cinco etapas durante os meses de 2018 e nos próximos anos. A primeira etapa é voltada para empresa com faturamento superior a R$ 78 milhões anuais. Fase 1: Janeiro/18 - Apenas informações relativas às empresas, ou seja, cadastros do empregador e tabelas. Fase 2: Março/18 - Nesta fase, empresas passam a ser obrigadas a enviar informações relativas aos trabalhadores e seus vínculos com as empresas (eventos não periódicos), como admissões, afastamentos e desligamentos. Fase 3: Maio/18 - Torna-se obrigatório o envio das folhas de pagamento. Fase 4: Julho/18 - Substituição da GFIP (Guia de Informações à Previdência Social) e compensação cruzada. Fase 5: Janeiro/19 - Na última fase, deverão ser enviados os dados de segurança e saúde do trabalhador.

A segunda etapa seguirá para as demais empresas privadas, incluindo Simples, MEIs e pessoas físicas (que possuam empregados). Fase 1: Julho/18 - Apenas informações relativas às empresas, ou seja, cadastros do empregador e tabelas. Fase 2: Setembro/18 - Nesta fase, empresas passam a ser obrigadas a enviar informações relativas aos trabalhadores e seus vínculos com as empresas (eventos não periódicos), como admissões, afastamentos e desligamentos. Fase 3: Novembro/18 - Torna-se obrigatório o envio das folhas de pagamento. Fase 4: Janeiro/19 - Substituição da GFIP (Guia de informações à Previdência Social) e compensação cruzada. Fase 5: Janeiro/19 - Na última fase, deverão ser enviados os dados de segurança e saúde do trabalhador.

E a terceira etapa para entes Públicos. Fase 1: Janeiro/19 - Apenas informações relativas aos órgãos, ou seja, cadastros dos empregadores e tabelas. Fase 2: Março/19 - Nesta fase, entes passam a ser obrigadas a enviar informações relativas aos servidores e seus vínculos com os órgãos (eventos não periódicos) como admissões, afastamentos e desligamentos. Fase 3: Maio/19 - Torna-se obrigatório o envio das folhas de pagamento. Fase 4: Julho/19 - Substituição da GFIP (guia de informações à Previdência) e compensação cruzada. Fase 5: Julho/19 - Na última fase, deverão ser enviados os dados de segurança e saúde do trabalhador.

Quando estiver totalmente implantado o sistema reunirá informações de mais de 44 milhões de trabalhadores dos setores público e privado do país. As empresas que descumprirem o envio de informação pele eSocial estarão sujeitos a penalidades e multas. O eSocial é um projeto do Governo Federal, que envolve a Receita Federal, o Ministério do Trabalho, o INSS e a Caixa Econômica Federal com o objetivo de consolidar as obrigações trabalhista em um único envio, sendo um dos principais arquivos é o que trata das informações dos pagamentos e descontos realizados aos colaboradores.

Todos os contribuintes obrigados ao eSocial também estará obrigado à Escrituração Fiscal Digital de Retenções e Outras Informações Fiscais (EFD-Reinf). Destaca-se dentre as informações prestadas à EFD-Reinf, os serviços prestados /tomados mediante cessão de mão de obra ou empreitada; às retenções na fonte (IR, CSLL, COFINS, PIS/PASEP) incidentes sobre os pagamentos diversos efetuados a pessoas físicas e jurídicas. As empresas deverão encaminhar os arquivos em formato XML com a possibilidade de envio em períodos distintos, de acordo com a obrigatoriedade legal, e não somente um arquivo único a ser enviado mensalmente, o vencimento para entrega dessas informações é o dia 15 do mês subsequente. A EFD-Reinf abrange todas as retenções do contribuinte sem relação com o trabalho, assim como as informações relativas à receita bruta para a apuração das contribuições previdenciárias substituídas.

As empresas precisam se atentar em atualizar o cadastro de fornecedores validando os dados de CNPJ e a natureza jurídica que se enquadram, classificar por tipos de serviço fornecido e quais estão relacionados à retenção e cobrança de impostos (INSS, IR, PIS e COFINS).

Porém, é importante entender também a nova reforma trabalhista ao aplicar no novo sistema do eSocial e a análise da nova forma de contratação. Com a nova reforma trabalhista abre uma maior flexibilidade das relações de trabalho do empregado e o empregador, traz força para os acordos entre contratantes e contratados, e novas modalidades de emprego como o trabalho por períodos e o *home office.*

A partir de março de 2018, entrou em vigor a Lei nº 13.429/17 que alterou os dispositivos da Lei nº 6.019/74 que dispõe sobre a terceirização. A terceirização ocorre quando uma empresa tomadora de serviços contrata uma prestadora de serviços para atividades que não são objeto principal da organização, não existindo o vínculo trabalhista como a subordinação direta. A nova regulamentação traz a responsabilidade subsidiária, o que significa que a empresa contratante só será responsável por eventuais direitos previdenciários ou trabalhistas, caso a empresa terceirizada não seja capaz de arcar com essas despesas. No caso da empresa tomadora de serviços ser a Administração Pública, não é responsabilizada. Tal responsabilidade subsidiária da Administração Pública ocorrerá apenas se ela não comprovar a fiscalização no cumprimento das obrigações trabalhistas da empresa prestadora de serviços, tais como o pagamento das verbas trabalhistas e previdenciárias dos seus empregados. Também pela nova lei, a empresa prestadora de serviços não pode ser pessoa física, um empresário individual, devendo ser necessariamente pessoa jurídica e ter um capital social mínimo.

É preciso adaptação do sistema eSocial, EFD-Reinf em relação à nova reforma, assim como a adaptação de todos os envolvidos na rotina das informações dos trabalhadores e dos prestadores de serviço dentro das empresas. É fundamental a participação do gestor de RH da empresa para que a empregabilidade seja feita de forma eficaz, evitando divergências e negligencias, além de comunicar os departamentos envolvidos como contábil, pessoal, segurança do trabalho para criação de processos de envio das informações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As empresas precisarão instituir em sua administração, as novas resoluções e decretos instituídos pelo Governo Federal para todos os trabalhadores. Os gestores precisam entender a aplicabilidade nos contratos de trabalho, conforme alguns princípios do decreto 8373/2014:

> Art. 3ª O eSocial rege-se pelos seguintes princípios: I – viabilizar a garantia de direitos previdenciários e trabalhistas; II – racionalizar e simplificar o cumprimento de obrigações; III – eliminar a redundância nas informações prestadas pelas pessoas físicas e jurídicas; IV – aprimorar a qualidade de informações das relações de trabalho, previdenciárias e tributárias; e V – conferir tratamento diferenciado às microempresas e empresas de pequeno porte (CASA CIVIL, 2017).

As empresas se tornarão mais expostas ao fisco e precisarão estar com as obrigações em dia para não sofrer autuações e processos trabalhistas. Serão aproximadamente 45 (quarenta e cinco) tipos de arquivos diferentes, com informações muito detalhadas sobre as relações trabalhistas. Todos os sistemas de gestão de pessoas deverão ser alterados.

As notas fiscais emitidas mensalmente pelas empresas prestadoras de serviços de qualquer natureza deverão ser informadas na Escrituração Fiscal Digital das Retenções e Informações da Contribuição Previdenciária Substituída (EFD-Reinf) as quais serão controladas, as retenções previdenciárias e os impostos federais.

A preocupação dos órgãos públicos em melhorar os sistemas de controle das informações trabalhistas demonstra que o processo de terceirização se fundamenta no mesmo âmbito legal como de trabalhadores da própria empresa. O Direito do Trabalho e a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) norteiam e equalizam a relação dos envolvidos (MARTINS, 2012). Os mesmos direitos são garantidos pela CLT para todos os trabalhadores da empresa inclusive aos terceirizados. O contratante deve garantir as condições de segurança,

higiene e salubridade dos trabalhadores de seus empregados e terceirizados, quando o trabalho for realizado em suas dependências ou local em contrato (artigo 5º-A, § 3º, da Lei 6.019/1974, acrescentado pela Lei 13.429/2017). A empresa contratante pode estender ao trabalhador da empresa de prestação de serviços o mesmo atendimento médico, ambulatorial e de refeição destinado aos seus empregados, existente nas dependências da contratante, ou local em contrato (artigo 5º-A, § 4º, da Lei 6.019/1974, acrescentado pela Lei 13.429/2017). A empresa tomadora não é obrigada a pagar aos empregados terceirizados os mesmos benefícios pagos aos seus empregados em decorrência de previsão em convenção coletiva, como vale refeição, plano de saúde, plano odontológico, dentre outros.

A terceirização nos dias atuais é utilizada pelas empresas como contrato de atividades especifica na qual essas tarefas não fazem parte do negócio principal da organização. Desta forma, as organizações contratam empresas especialistas em determinado ramo de atividade, como limpeza e segurança, trazendo consigo os conhecimentos técnicos, legais, normativos e processuais.

A vantagem do uso da terceirização permite às empresas contratantes maior eficiência no setor produtivo da empresa. E uma das desvantagens é a precarização da mão de obra devido às empresas terceirizadas não oferecerem as mesmas condições de pagamento do contratante (CARELLI, 2003).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A terceirização está presente no mercado de trabalho e precisa ter uma gestão eficaz para que o ganho da produtividade da empresa contratante seja propiciado. O contrato deve ser claro e específicos. Deve-se buscar a qualidade do serviço prestado, planejar as áreas e etapas dentro da empresa, análise e fiscalização das partes técnicas devem estar presentes na gestão de terceiros para evitar os riscos.

Após a análise do contrato e fechamento entre as partes (contratada e contratante), deve-se realizar o cadastro das informações obrigatórias no eSocial. É possível identificar algumas características para os envolvidos. Para os trabalhadores: garantia de direitos. O governo poderá fiscalizar mais e exigir o cumprimento dos Direitos Trabalhistas e Previdenciários. Os trabalhadores terão acesso a todos os dados da sua relação laboral com o empregador através da internet. Para o Governo: maior poder de fiscalização na garantia de direitos dos trabalhadores e exigência do cumprimento das obrigações fiscais, trabalhistas e previdenciárias pelo empregador. Maior poder de autuação. Para os empregadores: simplificação de processos,

porém esta simplificação só virá quando todos os procedimentos estiverem adequados ao eSocial (GOVERNO FEDERAL, 2017).

Conclui-se que a terceirização, suas vantagens e desvantagens, sua aplicação dentro das instituições é viável, trazendo para a empresa, agilidade e maior rentabilidade para a mesma. Cabe ao gestor de operações realizar as análises da contratação do terceirizados, desde dos cumprimentos legais até o retorno financeiro, acompanhar as aplicações dos processos de qualidade do serviço prestado e a rotina de recebimento e arquivamento das informações recebidas, trabalhar em conjunto com os departamentos da empresa que necessitam das informações cadastrais dos prestadores de serviço e cumprir com ética todos os seus deveres.

REFERÊNCIAS

GOVERNO FEDERAL. **Conheça o eSocial.** Disponível em: <https://portal.esocial.gov.br/institucional/conheca-o#wrapper>. Acesso em: 25 nov. 2017.

CASA CIVIL. **Decreto Nº 8.373, de 11 de dezembro de 2014**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/decreto/d8373.htm. Acesso em: 25 nov. 2017.

MARTINS, Sérgio Pinto. **A terceirização e o direito do trabalho**. São Paulo: Atlas S.A., 2012.

BRASIL. Receita Federal. **Manual de orientação do eSocial**. Disponível em: < http://portal.esocial.gov.br/manuais/mos-manual-de-orientacao-do-esocial-vs-2-4.pdf p.5>. Acesso em: 1. dez. 2017.

CARELLI, Rodrigo de Lacerda. **Terceirização e intermediação de mão-de-obra:** ruptura do sistema trabalhista, precarização do trabalho e exclusão social. Rio de Janeiro: Renovar, 2003.

Agradecimentos

Ao professor José Gil Oliveira, pelas contribuições e sugestões no trabalho.

FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI "ROBERTO SIMONSEN" CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

IMPLANTAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE PEQUENO PORTE

Kassia Fontes[1,9]; Maik Leivan [2,9] ; Renato Assis [3,9] ; René Damaceno [4,9]; Vinicio Almeida Lopes[5,9.] Nelis Evangelista Luiz [6,9.] Ivana Tavares [7,9.] Ricardo Luiz Ciuccio [8,9.] Erick Toshio Yamamoto [9,9.] Gilmar Leite [10,9.]

kassiasfontes@gmail.com; [1,9] maikleivan2@gmail.com; [2,9], renatoassiss@yahoo.com.br [3,9]

rene.damaceno5@gmail.com;[4,9.]viniciolopes10@hotmail.com[5,9]nelis_evangelista@hotmail.com[6,9.] Ivana.tavares@outlook.com[7,9.]rciuccio@hotmail.com [8,9.] Ety.ifsp@gmail.com [9,9.] gilrasti@hotmail.com [10,9.]

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo a implantação de um departamento de manutenção em uma indústria de pequeno médio porte, a fim de aumentar a segurança, de diminuir custo e de reduzir o índice de falhas e de acidentes. Foram aplicadas as normas técnicas NR10 e NR12, visando ao controle e ao histórico de falhas. Para realizar este projeto, foram utilizadas ferramentas de gestão da qualidade, visto que a empresa IBRAM não dispunha de departamento de manutenção e de nenhum controle ou registro das suas manutenções. Inicialmente, fez-se uso de uma planilha no Excel para cadastrar todos os equipamentos e máquinas da empresa e criar uma "tag" para cada um deles para rastrear, criar histórico, ordem de serviço, entre outros. Com os dados obtidos, fez-se um planejamento da manutenção com as ferramentas da qualidade, como *brainstorming*, para reunir e solucionar problemas em grupo; 5s, para organizar e melhorar a qualidade do ambiente de trabalho; PDCA para ter uma melhoria contínua do planejamento da manutenção. Foram designados alguns cargos para formar a equipe de manutenção e gestores, como eletricista, mecânicos, técnicos e engenheiros.

Palavras-chave: Manutenção. Planejamento. Segurança. Tecnologia. Qualidade.

1 INTRODUÇÃO

A **Ibram Ind. Bras. de Máquinas Ltda.** iniciou suas atividades em 1976. Na época, localizada no Parque São Lucas, na cidade de São Paulo. A partir de 1984, passou a operar no Parque Industrial São Lourenço, no Bairro de São Mateus, também em São Paulo. (IBRAM 2018)

O parque fabril da **Ibram** é basicamente composto de máquinas automáticas (CNC), usinagem das peças, enrolamento de bobinas, entre outros. É uma empresa que fabrica motores elétricos, ventiladores sirocos, ventiladores centrífugos, compressores radiais e moto redutores. Apesar de ser uma empresa antiga, esta ainda não possuía um departamento específico para a manutenção de seus maquinários. (IBRAM 2018)

Sabendo da importância do departamento de manutenção para diminuir o índice de falhas, verificou-se a necessidade da implantação deste departamento na Ibram.

A implantação do departamento de manutenção ocorreu de acordo com as normas técnicas vigentes (NR10 e NR12), utilizando-se de ferramentas da qualidade e de recursos humanos, tais como: mecânicos, eletricistas e gestor.

O departamento de manutenção tem papel muito importante dentro da estrutura organizacional da empresa, manter equipamentos ativos em condições de uso e de segurança demanda tempo, planejamento, técnica e compromisso. (PRADO,2008)

2 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

2.1 Planejamento e Controle da Manutenção

Segundo Viana (2008, p16.) e Prado (2008, p14.), Planejamento e Controle da Manutenção, também conhecido como PCM, é um setor, dentro das empresas que tem como objetivo manter máquinas e ativos em ótimas condições de uso. Tal setor é responsável também pelo planejamento das manutenções preventivas, preditivas, corretivas, pelo planejamento de estoque, pela programação de turnos e de equipes.

2.2 Ferramentas da Qualidade

2.2.1 5S

Uma ferramenta que se aplica à operação, que proporciona a visibilidade de eficiência e tem como premissa mostrar oportunidades de melhorias nos indicadores,

avaliando onde reduzir e onde ter maior ganho de eficiência operacional (OSADA, 1992; VIANA, 2013).

1° Seiri – Senso de Utilização

Esta etapa do processo 5S tem por premissa a organização do ambiente de trabalho, tendo por intuito torná-lo organizado de forma visual e otimizar o espaço utilizado. Nesta etapa, são classificados os utensílios que existem no local, assim como a frequência que estes são utilizados e o devido descarte do que não é útil. A consequência deste passo é um ambiente de forma estruturada e adequado para a necessidade da empresa e da operação (OSADA, 1992; VIANA 2013).

2° Seiton – Senso de Organização

Neste passo, prioriza-se o acesso fácil aos equipamentos, ou seja, tudo aquilo que é mais utilizado deve ser alocado em lugares de fácil acesso, para que se otimize o tempo de busca no dia a dia (OSADA, 1992; VIANA 2013).

3° Seiso – Senso de Limpeza

Esquema tático de como manter o ambiente de trabalho limpo, adequado à sua funcionalidade e à aplicabilidade do dia a dia. Neste modelo, é importante ter fotos deste ambiente em painéis que direcionem qualquer indivíduo a como manter o ambiente de forma limpa dentro dos padrões estabelecidos. Dessa forma, garante-se uma padronização voltada à segurança dos colaboradores, à maior agilidade nas manutenções de equipamentos e a uma maior qualidade do produto (OSADA, 1992; VIANA, 2013).

4° Seiketsu – Senso de Padronização

Após garantir que as etapas acima estão sendo realizadas, é o momento de agregar valores no comportamento destas normas. Cada colaborador agrega mostrando que o que foi atribuído a ele está sendo realizado. É importante que se tenha um cronograma de período estabelecido para que as rotinas sejam feitas, e que este fique viável à sua execução, para que seja, de fato, realizado (OSADA, 1992; VIANA, 2013).

5° Shitsuke – Senso de Disciplina

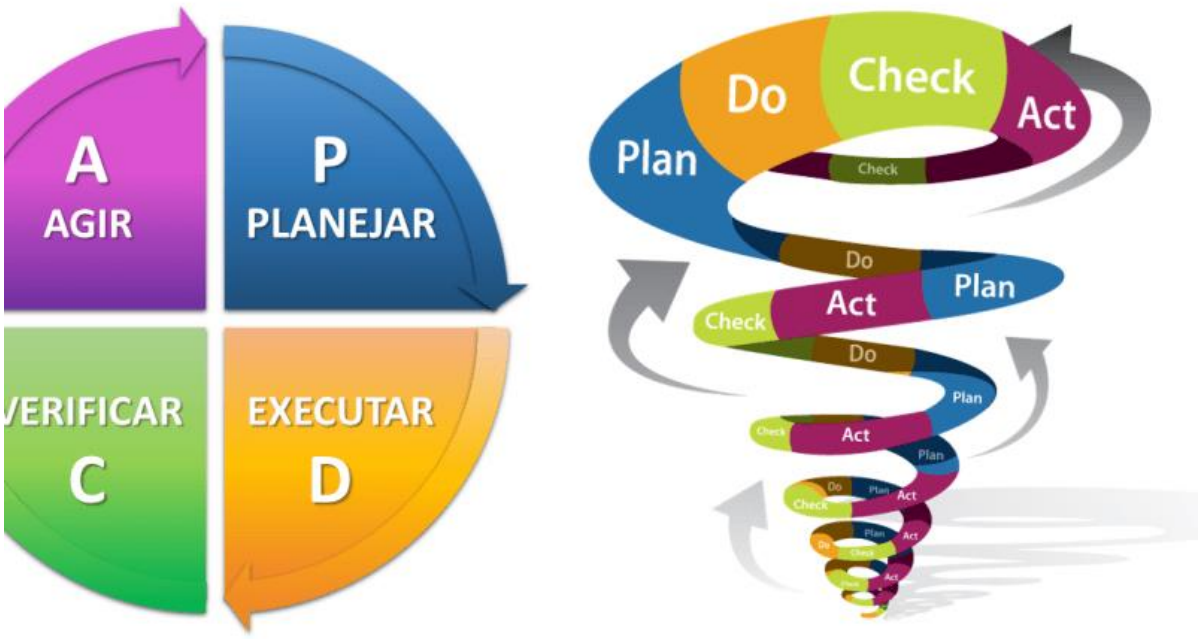
Neste ciclo, é de extrema importância o gerenciamento e a autogestão dos passos acima, o intuito é que o responsável seja visto como um facilitador. E trazer de forma clara os ganhos que a ferramenta proporciona, em médio e em longo prazo, tais como desempenho das atividades de forma segura e sustentável, minimizar as falhas humanas

no processo, diagnosticar falhas mais rapidamente, atuar no desperdício. Refletindo nas melhorias dos indicadores, devido à capacitação contínua da equipe assim como de novos colaboradores (OSADA, 1992; VIANA, 2013).

2.2.2 PDCA

O método PDCA (*Plan, Do, Check, Action*), conforme ilustrado na Figura 1, foi criado por Walter A. Shewart, na década de 20, mas só se tornou conhecido quando William Edward Deming, espalhou o conceito desse método pelo mundo. Esse ciclo, então, veio a se tornar mais conhecido a partir de 1950 (Referência).

Figura 1 - Ciclo PDCA



Fonte: FNQ

A partir desse Método, a empresa consegue organizar melhor seus processos. A seguir, vê-se o real significado de cada um dos quatro passos desse ciclo:

Plan – Planejar

Nesta fase, é realizado um planejamento minucioso de todo processo se atentando à política da empresa. São estabelecidas as metas, realizadas análises do processo e feito um plano de ação.

Do – Fazer

Esse é o momento de executar todo planejamento, visto que para "fazer" é necessário que os funcionários tenham recebido treinamento adequado.

Check – Checar

São realizadas análises em todo processo por meio de ferramentas adotadas pela empresa, verificando onde estão ocorrendo erros e falhas.

Action – Agir

Depois de se checarem falhas e erros apontados, faz-se necessário agir para solucioná-los. Caso não seja encontrada a solução, é preciso voltar ao Planejamento seguindo todo ciclo até que sejam eliminados todos os conflitos de processo.

2.2.3 Metodologia 5W2H

Esta metodologia direciona ao como seguir com um plano de ação estruturado e fornece o direcionamento em formas de perguntas. (ZEN, página 23).

O importante é ter parâmetros e reais conhecimentos do que precisa ser feito, assim como os próximos passos, e custos envolvidos para que se chegue ao objetivo.

Esta ferramenta é muito utilizada por gestores, e deixa claro o que precisa ser realizado assim como a forma, e qualquer outra pessoa que for dar andamento, ao plano de ação terá o mesmo direcionamento (vide Figura 2).

Figura 2 – 5W2H



Fonte: GESTÃO DA QUALIDADE

2.2.4 *BRAINSTORMING* (“CHUVA DE IDEIAS”)

O *Brainstorming* é uma ferramenta da qualidade que tem como objetivo coletar ideias para solucionar um determinado problema. A coleta de ideias é feita reunindo pessoas-chave que pode ter informações precisas e técnicas do problema abordado. É sugerido que cada um dos colaboradores presente cite opiniões que possam ajudar a criar uma solução, sendo assim no final terá uma lista repleta de sugestões, para filtrar e aplicar e aplicar na causa raiz do problema. (CARDOSO, página 60).

2.2.5 Criticidade

Quando falamos de criticidade em equipamentos, é relevante expor a complexidade a qual este equipamento pertence, sendo necessário ter de forma bem estruturada a periodicidade de manutenções necessárias a fim deste equipamento se manter o mais íntegro possível.

Por ser ele um dos maiores responsáveis em níveis de produção e impactos a operação a qual atua. Alguns critérios são usados para classificação como: aplicabilidade, impactos se houver falhas, perdas financeiras a instituição.

2.3 Normas Técnicas

2.3.1 NR12 – Norma Regulamentadora 12

NR 12 é uma norma relacionada à segurança do trabalho para que máquinas e equipamentos sejam seguros para o operador, essa norma obriga o empregador a implantar essa norma para garantir a integridade física do trabalhador (ABNT, 2018).

2.3.2 NR10 – Norma Regulamentadora 10

Segundo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), a NR10 (norma regulamentadora número 10) é direcionada para engenheiros, técnicos e profissionais que trabalham diretamente com eletricidade em local que possua uma rede elétrica acima de 110 *volts.* (ABNT, 2018).

2.4 Tipos de manutenção

2.4.1 Manutenção corretiva

É realizar com o objetivo de restaurar as condições iniciais e ideais de operação de máquinas e equipamentos, eliminando as fontes de falha inesperada, como: vida útil das peças ou dos componentes, podendo ser fadiga, desgastes por esforços excessivos, má utilização do equipamento ou manutenções feitas de forma inadequada. Esse tipo de manutenção sem planejamento se torna muito caro, não tem confiabilidade do equipamento, atraso na produção e precisa ter uma equipe bem treinada para ter uma atuação imediata (CARDOSO, 2017).

2.4.2 Manutenção planejada

É o planejamento que consiste em detectar e tratar as anormalidades dos equipamentos antes que eles produzam defeitos ou perdas do seu desempenho. O objetivo principal é o desenvolvimento de um sistema que promova a eliminação de atividades não programadas de manutenção de tarefas que se baseia em prevenir e reduzir falhas. Este modelo estabelece os patamares de qualidade e de confiabilidade dos equipamentos, o que reduz gastos, evitando, assim, paradas que não estavam previstas, dando diretrizes do melhor momento para fazer a manutenção deste equipamento não comprometendo a sua *performance* operacional. Este processo é em sua maior parte acompanhado pela equipe de manutenção (CARDOSO, 2017).

2.4.3 Manutenção preventiva

Ao contrário da manutenção corretiva, o objetivo da manutenção preventiva é prevenir paradas e falhas de peças e componentes das máquinas e dos equipamentos, o objetivo das manutenções é que tenha uma *performance* assertiva, visando à vida útil dos componentes dos equipamentos, ocorre com planejamento não deixando que o equipamento tenha um desgaste desnecessário. Passa credibilidade aos usuários a atende com melhor desempenho dentro das suas características. Garante confiabilidade e evita paradas não programadas, atendendo, assim, os níveis de produção do equipamento (CARDOSO, 2017).

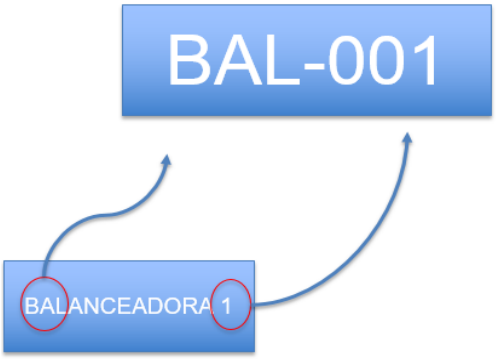
2.4.4 Inspeção

É um processo que visa a garantir se o equipamento terá manutenção de forma adequada. No momento da inspeção, é feito *check list* e verificado se todos os componentes estão dentro dos padrões de segurança e de qualidade (CARDOSO, 2017).

2.5 Tag

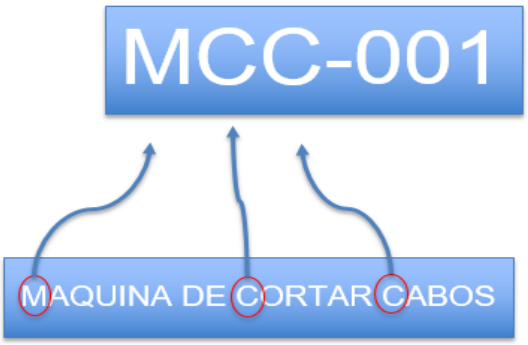
A palavra *Tag*, de origem inglesa, significa etiqueta de identificação, na indústria é utilizada na identificação de máquinas. Ela é uma base da organização da manutenção, pois com essa identificação é possível localizar o equipamento e ver o histórico de manutenção. Normalmente o *tag* é constituído por letras e números, isso facilita sua interpretação e identificação do equipamento (VIANA, 2008). O *Tagueamento* (termo utilizado na indústria) das máquinas deve obedecer a critérios internos para que não haja confusão na sua localização, veja Figuras 3 e 4 qual critério foram adotados para fazer o *Tagueamento* das máquinas na IBRAM.

Figura 3: Exemplo de *Tag*



Fonte: Próprios autores

Figura 4: Exemplo de *Tag*



Fonte: Própria autoria

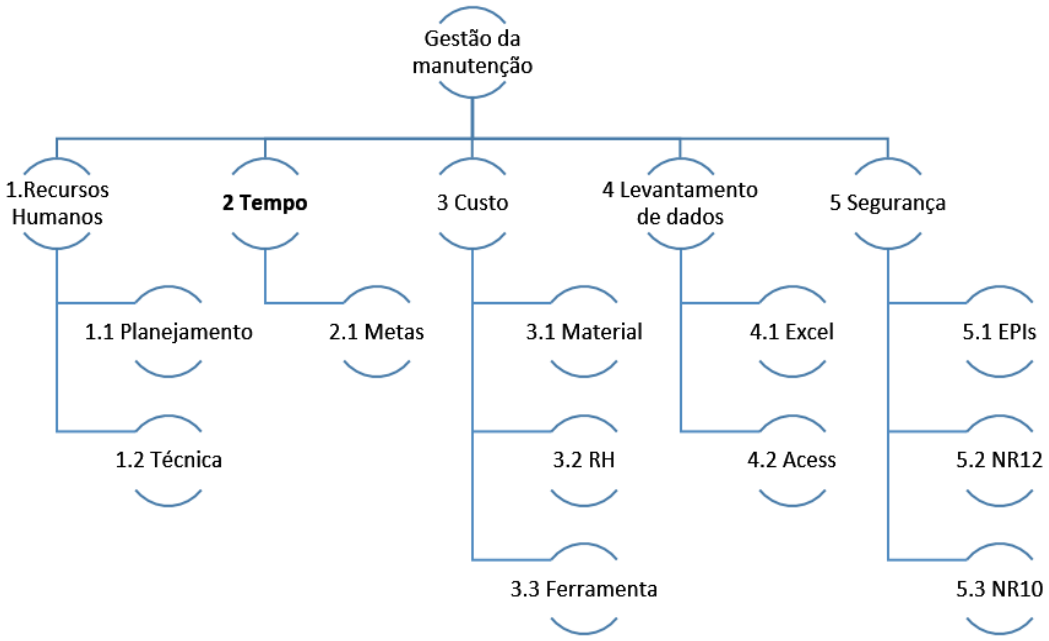
Vale ressaltar que, aqui no Brasil, a ABNT – NBR8190 que trata de *Tagueamento* foi cancelada em 02/12/2010 e não foi substituída. No entanto, a norma internacional ISA 5.1 ainda está em vigor (ABNT, 2018).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desse material está baseada em ajudar nas tomadas de decisões na implantação do setor de manutenção por meio de planos de gestão, planilhas, gráficos, indicadores e auxílios à regulamentação de máquinas e de equipamentos de acordo com as normas técnicas vigentes.

A Figura 5 foi organizada em uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP). Nela, é possível perceber qual é a meta principal da Gestão da Manutenção e as metas intermediárias, como, por exemplo, Levantamento de dado.

Figura 5 – EAP



Fonte - Próprios autores

Foi realizada a coleta de dados para definir as necessidades da empresa (item 4 da Figura 5) para definir as metas e fazer o controle por meio de um sistema (item 4.1 e 4.2 da Figura 5). Nota-se na Tabela 1 que foi elaborada uma matriz de responsabilidades na qual foram definidos cargos e atividades para cada função (PRADO, 2008), isso é crucial para o desenvolvimento do projeto, pois foram definidas previamente as responsabilidades.

A ferramenta base do projeto é o PDCA. A figura 6 ilustra como foi elaborado e implantado o departamento de manutenção na IBRAM.

Figura 6 – Ciclo PDCA



Fonte: PRADO

A Ibram possui uma Matriz de responsabilidades, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Matriz de Responsabilidades de acordo com os cargos na IBRAM

Nome:	**Responsabilidade**
Supervisor de Manutenção	• Elaboração de relatórios • Tomadas de decisões • Auxiliar no controle e planos de manutenção • Analisar custos • Contratação de RH • Treinamentos
Planejamento e controle de manutenção	• Organização da função manutenção • Tipos de manutenção • O Controle da manutenção • Histórico de equipamentos (MTTF, MTBF e MTTR) • Medição do trabalho • Planejamento do trabalho
Eletricista	• Prever falhas em equipamentos • Preencher ordem de serviço • Atender às atividades preventivas • Obedecer à programação de manutenção • Zelar pelas ferramentas de trabalho • Manter o equipamento seguro, em bom estado de conservação

Fonte: Própria autoria

Para cada cargo, foram definidos quais conhecimentos e formação acadêmica o funcionário deveria ter para exercer tal atividade (vide Tabela 2).

Tabela 2 – Descrição de cargos

DESCRIÇÃO DE CARGOS		
CARGO	**FORMAÇÃO PROFISSIONAL**	**INFORMÁTICA**
Supervisor de manutenção	• Engenheiro (Eletricista, Eletrônico, Mecânico, Mecatrônico) ou • Tecnólogo (Manutenção industrial, Automação, Mecânica)	Outlook e Pacote Office
Planejamento e controle da manutenção	• Engenheiro (Eletricista, Eletrônico, Mecânico, Mecatrônico) ou • Tecnólogo (Manutenção industrial, Automação, Mecânica) ou • Técnico (Eletricista, Eletrônico, Mecânico, Mecatrônico)	Outlook e Pacote Office
Eletricista	• Técnico (Eletricista, Eletrônico, Mecatrônico) ou • Curso profissionalizante; E • NR10, NR35, NR13.	Word e Excel
Mecânico	• Técnico (Mecânica e Mecatrônico) • Curso profissionalizante, • NR10, NR35, NR13	Word e Excel

Fonte: os próprios autores

O projeto de implantação foi divido em quatro metas; dentre elas, o levantamento de dados e a elaboração das *TAGs*, Planilha de controle de informação e implantação da NR12. Veja na Tabela 3 todos os critérios.

Tabela 3 – Metas

Metas	**Critério de aceitação de cumprimento de metas**

1.Sistema de coleta de dados (Excel e Acess)	• Cadastrar máquinas com as respectivas TAGs • Elaborar mapas de manutenção (Preventiva, Corretiva, Preditiva, Lubrificação e Inspeção) • Criar ordem de serviço • Fazer fluxo de manutenção • Organizar planilhas de controle das informações
2.Analisar dados coletados	• Analisar os dados coletados de cada equipamento • Identificar possíveis falhas no processo ou em equipamentos • Analisar dados das planilhas de controle
3.Planejamento das manutenções	• Com base nos dados coletados, elaborar os planos de manutenção: Preventiva, Corretiva, Preditiva, Lubrificação e Inspeção
4.Implantação da NR12	• Identificar máquinas que estão fora dessa norma • Elaborar um plano para adequação de todos os equipamentos de acordo com a norma • Estimar o valor do projeto

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 NR 12

Na IBRAM, muitas máquinas necessitam se adequar à NR 12, mas, devido ao tempo, foram selecionadas três máquinas críticas. Vale ressaltar que não há histórico de acidentes em nenhum equipamento dentro da empresa, a norma está sendo aplicada para prevenir acidentes.

A equipe que selecionou as três máquinas era composta por um engenheiro de segurança de trabalho, alunos do SENAI e gestores da empresa. Foi levado em consideração que apresentam maior risco de acidente e menor custo. Veja nas tabelas a seguir quais mudanças foram feitas.

Antes de fazer a adequação à norma, foram feitos orçamentos em três fornecedores diferentes, o intuito era comparar o valor com uma máquina nova, assim era possível ver se era melhor comprar uma nova ou fazer adequação. No final, ficou mais econômico fazer adequação. A mão de obra usada foi da própria equipe de manutenção e funcionários de outros setores.

Itens relacionados: máquina de lavar peças; prensa hidráulica; 3. máquina de lavar peças. Veja o antes e depois da aplicação da NR12 nas tabelas 4,5 e 6.

Tabela 4: Máquina de lavar peças

ANTES	DEPOIS
	
Máquina de lavar peças sem acionamento bi- manual e fechamento mecânico. Foto tirada pelos alunos do SENAI na IBRAM	Máquina de levar peças com acionamento bimanual e fechamento automático com sistema pneumático. Pintura de proteções (resistência de temperatura).Foto tirada pelos alunos do SENAI na IBRAM
	
Máquina sem sistema pneumático e sem pintura de partes de proteção de correia (segurança). Foto tirada pelos alunos do SENAI na IBRAM	Máquina automatizada com sistema pneumático e pintura de partes de proteção. Foto tirada pelos alunos do SENAI na IBRAM

Tabela 4 – Adequação à NR12 na máquina de lavar peças – IBRAM

Tabela 5 : Prensa

ANTES	DEPOIS
	
Prensa sem grade de proteção– Foto tirada pelos alunos do SENAI na IBRAM.	Prensa com grade de proteção, sensor de porta (aberto e fechado), botão de emergência e pintura de proteção – Foto tirada pelos alunos do SENAI na IBRAM.

Tabela 5 – Adequação à NR12 na prensa hidráulica – IBRAM

Tabela 6 – Máquina de lavar.

ANTES	DEPOIS
	
Sem pintura de proteção - Foto tirada pelos alunos do SENAI na IBRAM.	Com pintura de proteção - Foto tirada pelos alunos do SENAI na IBRAM.

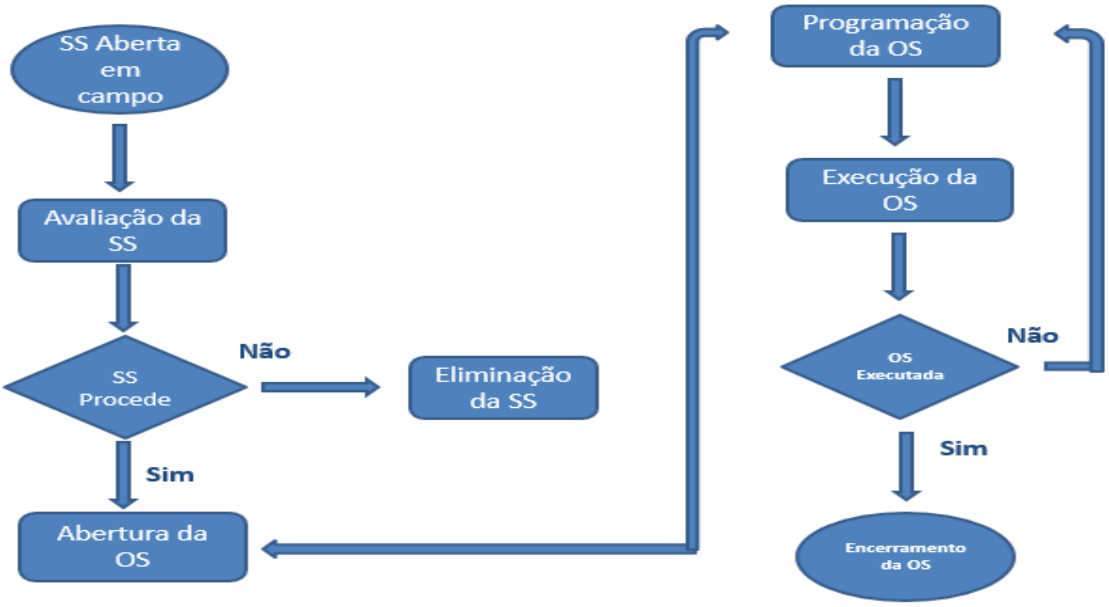
Tabela 6– Adequação à NR12 na máquina de lavar peças – IBRAM

4.2 Ordens de serviços

A princípio, é aberta uma Solicitação de serviço pelo responsável de cada setor e desta é realizada uma avaliação para ver se ela procede; se assim for, é aberta uma OS (Ordem de Serviço); caso não faça sentido, ela é eliminada.

Quando aberta a OS, é realizada uma programação para execução do serviço; após executada, realiza-se o encerramento da Ordem de Serviço.

Fluxograma OS



Fonte: Próprios autores

A gestão de equipamento e ativos é feita por meio de planilhas em Excel, nelas foram cadastrados todos os equipamentos cada um com sua respectiva TAG (etiqueta de identificação). Como podemos observar na figura 09, nessa planilha é feito o controle das ordens de serviço. É possível identificar as principais falhas, os principais tipos de manutenção, e qual é o tempo médio de reparo e a criticidade de cada equipamento.

Foi elaborado um modelo de ordem de serviço para ser preenchida pelo manutentor, a objetivo é registrar os dados da ocorrência e no final da manutenção registrar no sistema, modelo da ordem de serviço no anexo 1.

Planilha Ordem de serviço

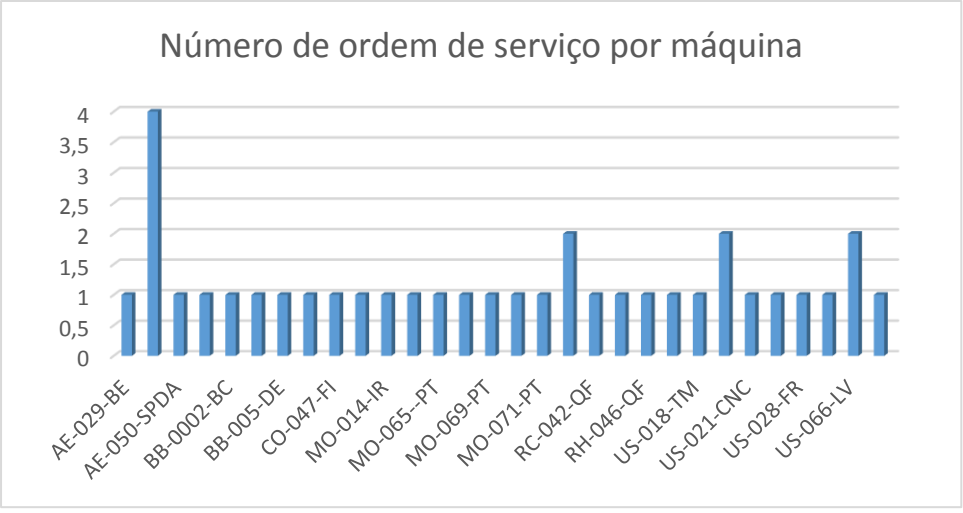
STATUS	TOTAL DE CHAMADOS
Resolvido	25
Pendente	2
Cancelado	6

Nº OS	TAG	DESCRIÇÃO EQUIPAMENTO	SETOR	MOTIVO DO CHAMADO	SOLICITANTE	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	DATA ABERTURA	HORA ABERTUR	STATUS
001	US-028-FR	Fresa Pequena	Usinagem	Inspeção Periódica		Inspeção Periódica de Rotina	15/01/2018	07:50	Concluído
002	MO-014-IR	Máquina de Indução	Montagem	Inspeção Periódica	Gui	Inspeção Periódica de Rotina	17/01/2018	08:50	Concluído
003	US-021-CN	Cnc Romi A	Usinagem	Inspeção Periódica	Gui	Inspeção Periódica de Rotina	16/01/2018	07:10	Concluído
004	AE-029-BE	Bomba de Emergência	Area Externa	Inspeção Periódica	Dimas	Inspeção Periódica de Rotina	09/01/2018	08:00	Concluído
005	AE-031-CA	Compressor de ar 450Lt	Area Externa	Inspeção Periódica	Gui	Inspeção Periódica de Rotina	16/01/2018	08:00	Concluído
006	US-040-QF	Quadro de força ferramentaria	Usinagem	Inspeção Periódica	Gui	Inspeção Periódica de Rotina	11/01/2018	12:25	Concluído
007	CO-041-QF	Quadro de força cozinha	Cozinha	Inspeção Periódica	Gui	Inspeção Periódica de Rotina	10/01/2018	15:30	Concluído
008	RC-042-QF	Quadro de Força Recepção	Recepção	Inspeção Periódica	Gui	Inspeção Periódica de Rotina	10/01/2018	08:10	Concluído
009	RH-046-QF	Quadro de Força RH	RH	Inspeção Periódica	Gui	Inspeção Periódica de Rotina	10/01/2018	09:30	Concluído
010	CO-047-FI	Banho Maria	Cozinha	Mal funcionamento do equipamento	Dimas	Verificação Elétrica	10/01/2018	14:50	Concluído
011	CO-048-FI	Forno Industrial	Cozinha	Mal funcionamento do equipamento	Dimas	Verificação Elétrica	10/01/2018	15:30	Concluído
012	AE-050-SPDA	Para Raios	Area Externa	Inspeção Periódica	Dimas	Verificação Elétrica	04/01/2018	09:00	Concluído
013	MO-065--PT	Painel CR	Montagem	Inspeção Periódica	Gui	Inspeção Periódica de Rotina	15/01/2018	07:25	Concluído
014	MO-069-PT	Painel CR	Montagem	Inspeção Periódica	Gui	Inspeção Periódica de Rotina	18/01/2018	08:30	Concluído
015	MO-070-PT	Painel de teste	Montagem	Inspeção Periódica	Gui	Inspeção Periódica de Rotina	15/01/2018	13:20	Concluído

Figura 09 - Planilha de controle de manutenção

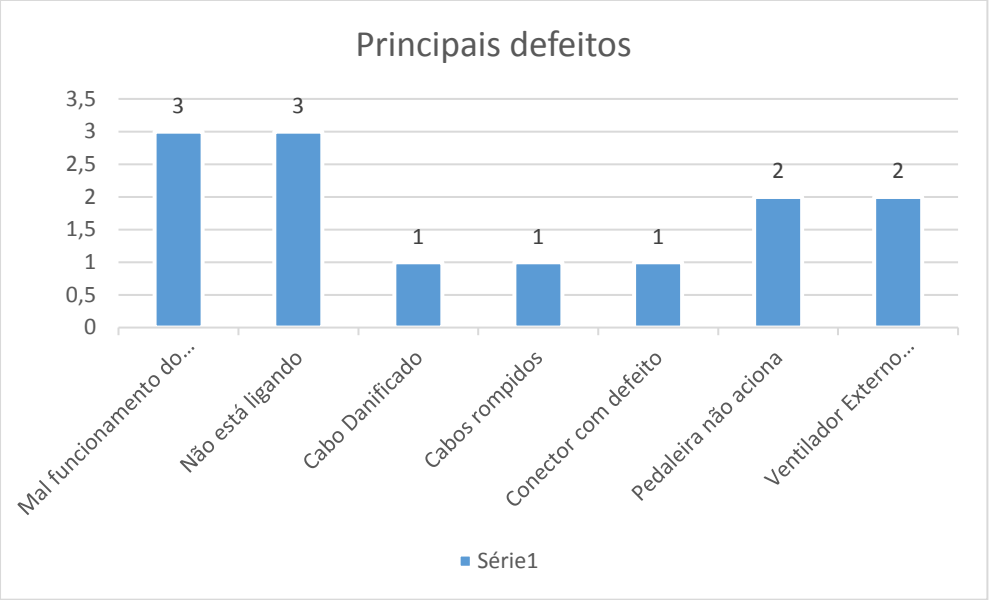
Com base nos dados coletados foi gerado um gráfico, onde é possível notar qual máquina tem maior número de ondem de serviço como podemos notar no gráfico 1. Também foi possível identificar quais são os principais defeitos nas máquinas, como podemos notar no gráfico 2. No gráfico 3 é possível notar quais são os principais setores que solicitam manutenção, o setor que teve mais chamados foi o a usinagem. No gráfico 4 podemos notar quais são os principias tipos de manutenção que foram feitas.

Gráfico 1: Número de ordem de serviço por máquina



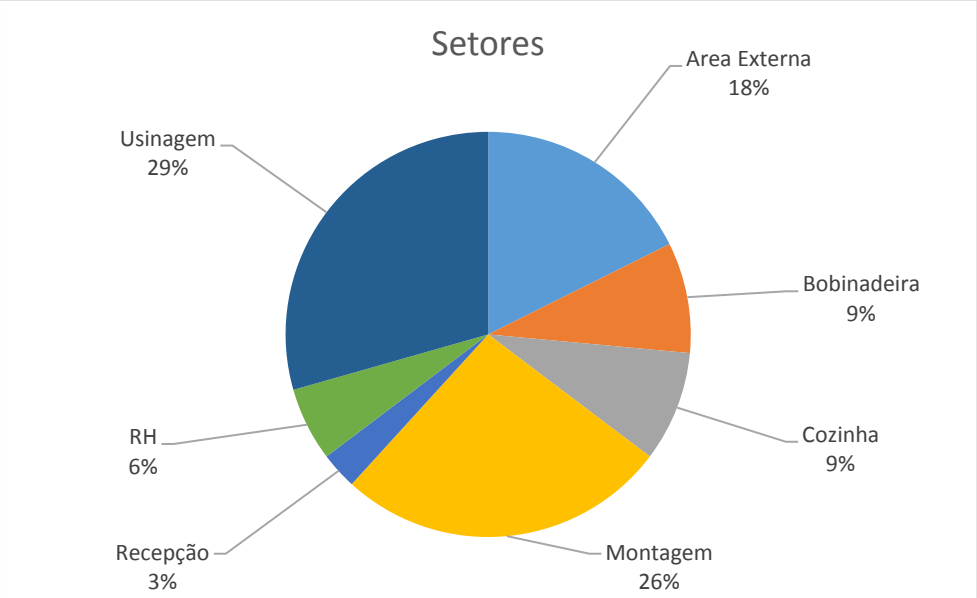
Fonte: Própria autoria

Gráfico 2: Motivo do chamado



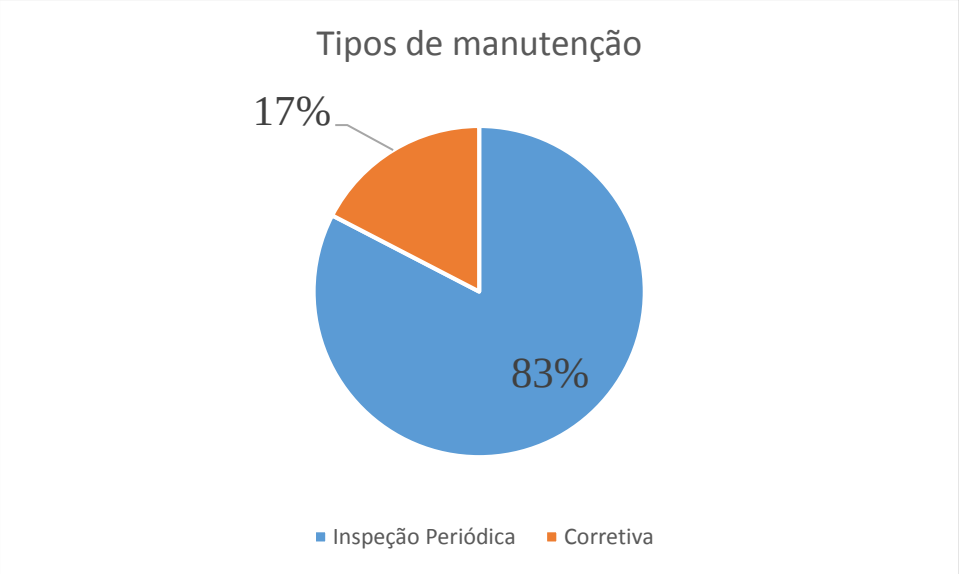
Fonte: Própria autoria

Gráfico 3: Setores



Fonte: Própria autoria

Gráfico 4 – Tipos de manutenção



Fonte: Própria autoria

Com base nos dados coletados, foi possível calcular o tempo médio de reparo, também conhecido como MTTR *(mean yime to repair)*) esse cálculo é feito levando em consideração as ordens de serviço que foram encerradas em determinado período. O MTTR é calculado aplicando a média de tempo que demora para desempenhar um reparo após a falha. Veja a fómula abaixo:

MTTR = (Tempo total de reparo) / (quantidade de falhas).

Após o cálculo, chegamos no valor de 4:03 horas/minutos.

4.3 Processo de manutenção

4.3.1 - Plano de ação

O plano de ação inicial foi atuar na lubrificação das máquinas e dos equipamentos no qual identificamos que a maioria das falhas eram geradas por desgastes prematuros por falta de lubrificação neles.

Assim, definimos o que seria lubrificação autônoma ou por técnicos, estabelecendo um padrão de como seria feito conforme o quadro abaixo.

Quadro 1 – Plano de ação 5w2h

PLANO DE AÇÃO									
	WHAT	WHY	HOW	WHERE	WHO	When	HOW MUCH		
Descrição	O que?	Porque?	Como?	Onde?	Quem?	Quando?	Quanto ?	Status	Evidência de Conclusão
Plano de Lubrificação	Plano de Lubrificação	Para eliminar desgaste prematuro	Com planos de lubrificação	Em todas as maquinas e equipamentos	Técnicos e Operadores	Diariamente após o uso	-	Concluído	Foi criado um POP (Processo Operacional Padrão) de cada máquina e equipamento
Retirar vazamento da rede de ar	Retirar vazamento da rede de ar	Para melhorar desempenho	Troca de conectores, braçadeiras e filtros	Toda fábrica	Equipe de Manutenção	21/05/2018	R$ 3.600,00	Concluído	Após manutenção aumentou-se o desemprenho dos equipamentos
Limpeza de contatos e Painéis elétricos	Limpeza de contatos e Painéis elétricos	Para controle de manutenção	Com planos de manutenção preventiva	Todos os painéis	Eletricistas	28/05/2018	R$ 600,00	Concluído	Foram trocados dijuntores e barramentos de ligação.
Manutenção de compressor	Manutenção de compressor	Para eliminar vazamentos e realizar troca de manômetro	Com planos de manutenção preventiva	No sistema de compressão	Mecânicos	25/06/2018	R$ 1.200,00	Pendente	

Fonte: Próprios autores

5 CONCLUSÃO

Para que os processos de uma empresa funcionem com excelência, é necessário que haja manutenção. A manutenção, muitas vezes, existe, mas é falha, pois não existe planejamento e organização. Este artigo mostrou ferramentas que auxiliam os processos de manutenção, fazendo com que esta seja realizada de maneira organizada, reduzindo ou até mesmo eliminando problemas de tempo e de dinheiro.

Quando uma manutenção é planejada, antecipam-se os problemas que gerariam grandes custos, as paradas são combinadas com o tempo de menor demanda da máquina aproveitando-se do tempo vago.

A manutenção também é facilitada ao se utilizar artefatos visuais como as Tags de máquina, que organizam a procura dos equipamentos e criam históricos de manutenção.

Não podemos nos esquecer da segurança, um dos pontos mais importantes na indústria. Para isso, é frisada a Norma Regulamentadora – 12, que garante a proteção do operador.

São pontos básicos, que, quando seguidos minunciosamente, trazem excelência.

REFERÊNCIAS

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM – Planejamento e Controle da Manutenção.** 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008.

PRADO, Darci. **Planejamento e Controle de Projetos.** São Paulo: Falconi, 2008.

ZEN, Milton Augusto Galvão. **O Fator Humano na Manutenção.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia; **Planejamento e Controle da Manutenção.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

CARDOSO, Edgard Gonçalves e cols. **Manutenção mecânica industrial.** São Paulo: SENAI-SP Editora.

OSADA, Takashi; **Housekeeping, 5S´s, seri,seiton,seiso,seiketsu,shitsuke/** Takashi Osada – São Paulo; Instituto IMAM, 1992.

FNQ (Fundação Nacional da Qualidade) **- Gerenciamento com PDCA –**Disponível em: <http://www2.fnq.org.br/colabore/comunidade-de-boas-praticas/exibir-pratica/gerenciamento-com-pdca>. Acesso em 12 de março de 2018.

GESTÃO DE QUALIDADE – PDCA – Disponível em: < http://gestao-de-qualidade.info/ferramentas-da-qualidade/pdca.html>. Acesso em 12 de março de 2018.

ABNT – **NR10** – Disponível em: <http://www.abntcatalogo.com.br/curs.aspx?ID=23>. Acesso em: 10 mar. 2018.
ABNT - **ABNT NBR 8190:1983** – Disponível em:< http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=80826>. Acesso em 10 de março de 2018.

BLOG DA ENGENHARIA – **O que é tagueamento e qual a sua importância** – Disponível em: <https://blogdaengenharia.com/bde-explica-o-que-e-tagueamento-e-qual-sua-importancia/>. Acesso em: 10 mar. 2018.
SIENGE – **O que é NR 12** – Disponível em: < https://www.sienge.com.br/blog/o-que-e-nr-12/acessado>. Acesso em: 21 mar. 2018.

ANEXO 1: Modelo de ordem de serviços

Ordem de Serviços Nº

TAG:	Descrição do equipamento:
Motivo: PREVENTIVA	
Tipo de serviço: ☐ CORRETIVA ☐ PREVENTIVA ☐ MELHORIA ☐ PREDIAL	
Parou a máquina?	Causa:
Descrição do serviço a ser realizado:	
Descrição do serviço realizado:	

			Mão de Obra			
			Nome	Data:	Tempo	Regime
Início da Ocorrência	Data: ___/___/___	Hora: ___:___				
Início do Conserto	Data: ___/___/___	Hora: ___:___				
Fim do Conserto	Data: ___/___/___	Hora: ___:___				
Fim da Ocorrência	Data: ___/___/___	Hora: ___:___				
Peças Utilizadas para o serviço						
Código	Descrição	Qtd.				

Visto Executante	Data: ___/___/___	Visto Responsável	Data: ___/___/___

A IMPORTÂNCIA DO INDICADOR DE OEE PARA IDENTIFICAR OPORTUNIDADES DE MELHORIA NA EFICÊNCIA EM UM EQUIPAMENTO PESADO – Um estudo de caso

Mateus Marinho Da Silva[1]
Ederson Duarte Bonfim[2]

RESUMO

Este artigo trata-se de um estudo de caso sobre a Eficiência Global do Equipamento (OEE) em um torno vertical de uma empresa fabricante de peças de reposição. A partir disto, objetiva-se verificar a condição atual do equipamento em relação ao índice de classe mundial de manufatura e, sobretudo, identificar possibilidades de melhorias através dos resultados obtidos, ou seja, pretende-se analisar os resultados de disponibilidade, performance e qualidade, afim de conhecer as principais causas que impactam na eficiência global do equipamento e por conseguinte propor sugestões para que o equipamento seja utilizado de forma mais eficiente. Os índices para calcular o (OEE) do torno foram coletadas através de planilhas eletrônicas e gráficos, sendo assim, foi possível obter os resultados de disponibilidade, performance e qualidade em um período de um mês, resultando em um índice final.

Palavras-chave: Eficiência. OEE. Torno Vertical.

1. INTRODUÇÃO

O cenário das empresas estão cada vez mais acirrados e os fatores como custo, qualidade e prazo são importantes para a competividade das empresas, pois, a falta de eficiência no ambiente produtivo pode acarretar a perda de clientes e levá-los a buscarem em seus concorrentes a solução para atenderem as suas necessidades.

Uma ferramenta que proporciona analisar como estão os resultados das empresas e quanto elas estão deixando de ganhar por não utilizarem os seus equipamentos em sua capacidade máxima é o indicador de Eficiência Global do Equipamento – OEE que origina-se do inglês (*Overall Equipment Effectiveness*).

Este indicador baseia-se no cálculo dos índices de disponibilidade, desempenho e qualidade. A disponibilidade são as horas planejadas de operação dos

[1] Pós-graduando em Otimização e Gerenciamento da Manufatura na Faculdade de Tecnologia Senai Gaspar Ricardo Junior. E-mail: mateus.marinhodasilva@yahoo.com.br
[2] Especialista em Gestão da Produção na Universidade Federal de São Carlos. E-mail: ederson.bonfim@gmail.com

equipamentos em um determinado período, enquanto que, a performance verifica-se o ritmo produtivo deste mesmo equipamento, e, por fim, a qualidade que analisa a quantidade de produtos conforme e não conforme que foram produzidos.

Desta forma, este trabalho visa aplicar o cálculo de OEE em um torno vertical de uma empresa fabricante de peças de reposição, possibilitando comparar a margem percentual em relação a classe mundial de manufatura e verificar a real condição deste equipamento, e assim, propor melhorias a partir do resultado obtido através do cálculo.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1. Manutenção produtiva total

As empresas de classe mundial de manufatura vem promovendo melhorias significativas nos quesitos de qualidade e eficiência em seus meios de produção, gerando maior lucratividade, e isso, devido a implementação da metodologia da Manutenção Produtiva Total – MPT, também conhecida como *Total Productive Maintenance* -TPM (TAKAHASHI, OSADA, 2013). A manutenção produtiva total auxilia no desenvolvimento e aumento do desempenho de uma empresa, por meio da maximização da eficiência dos equipamentos utilizados para a manufatura dos bens produzidos na organização.

Para Xenos (2014) a manutenção produtiva total pode ser compreendida como o melhor aproveitamento dos procedimentos de manutenção, afim de tornar os fatores da produção melhores, garantindo a falha e quebra zero nas máquinas. De acordo com o autor acima, pode se dizer a aplicação da manutenção produtiva total é propor condições para aumentar o rendimento global e produtividade dos equipamentos com custo menores.

Como bem nos assegura HINES et al (2010), pode-se dizer que a manutenção produtiva total é uma técnica para melhorar a performance, confiabilidade e produtividade de máquinas e equipamentos. Sendo assim, a manutenção produtiva total utiliza-se do OEE como indicador para medir a situação da organização, essas métricas possibilitam enxergar de forma mais clara como estão os resultados relacionados a eficiência dos setores produtivos.

Para as empresas de classe mundial de manufatura são considerados valores mínimos de 85% da eficiência global do equipamento como um índice bom, entretanto, em empresas que não consideram este indicador importante, a taxa de eficiência destes

equipamentos estão entre 50% e 70%, isto, dependendo dos períodos de trocas de produtos e tempos de preparação (TAKAHASHI, OSADA, 2013). No que afirma o autor, quando as empresas não atingem o valor mínimo de 85%, podemos constatar que a eficiência global do equipamento é baixa, pois, seus resultados produtivos estão abaixo do esperado pela classe mundial de manufatura.

2.1.1 Eficiência Global do Equipamento – OEE

A eficiência global dos equipamentos é obtida através de três índices, disponibilidade, performance e qualidade, sendo que o resultado do produto final destes índices permitem enxergar as oportunidades de melhorias inerentes as perdas ocorridas nos equipamentos. De acordo com Slack e*t al* (2002), para o equipamento operar de forma eficaz, é preciso alcançar altos níveis de desempenho nos três índices de disponibilidade, performance e qualidade.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2011) o OEE é calculado pela equação 1 abaixo:

$$0EE = Id\% \times Ip\% \times Iq\% \qquad \text{Eq. [1]}$$

Em que:

Id= Índice de disponilidade.

Ip= Índice de peformance.

Iq= Índice de qualidade.

Para McCarthy e Rich (2004), pode se dizer que o indice de disponibilidade é apontado as paradas do equipamento ocasionadas por falhas, preparações ou necessidade de ajustes no equipamento, etc. Ainda no que afirma o autor acima, o índice de disponibilidade é obtido através da equação 2 abaixo:

$$\frac{\text{Tempo de produção planejado - Tempo das paradas não planejadas x 100\%}}{\text{Tempo de produção planejado}} \qquad \text{Eq. [2]}$$

Segundo Santos *et al* (2006), o índice de performance analisa as perdas de ritmo ocasionas por dificuldades nos recursos, como reduções de velocidade, aumento nos tempos de ciclo inerentes as operações, pequenas paradas. Neste contexto, o índice de performance é obtido pela seguinte equação 3 abaixo:

$$\frac{\text{Tempo de ciclo unitário x Quantidade de produtos processados x 100\%}}{\text{Tempo de produção}} \qquad \text{Eq. [3]}$$

No que diz Hines *et al* (2010), o índice de qualidade é determinado pela quantidade de produdos produzidos menos a quantidade de produtos que serão necessários retrabalhar ou refugar. Assim, este índice de qualidade pode ser obtido através da equação 4 abaixo:

$$\frac{\text{Quantidade de produtos produzidos - Quantidade de produtos refugados x100\%}}{\text{Quantidade de produtos produzidos}} \quad \text{Eq. [4]}$$

De acordo com Stamatis (2010), a classe mundial de manufatura considera como ideal o indicador de disponibilidade com valor maior ou igual a 90%, o indicador de performance como sendo igual ou maior que 95% e o indicador de qualidade no padrão igual ou maior que 99,9%. Assim, quando multiplicados esses indicadores, obtém-se um OEE de 85% que é estimado como padrão de classe mundial de manufatura.

Para Kennedy (2018), o valor tradicional estimado de 85% na eficiência global do equipamento está baseado nas perdas de durante o processo produtivo. No que diz o autor acima, essas perdas podem ser consideradas como preparações, mudancas de configurações no equipamento que afeta a disponibilidade, baixas velocidades no equipamento durante o processo que impacta diretamente na performance, retrabalhos e refugos que comprometem a qualidade.

3. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é utilizar o indicador de OEE como ferramenta para analisar a situação atual de um torno vertical. A partir disto, espera-se identificar oportunidades de melhoria em relação a produtividade e desempenho do equipamento, ou seja, pretende-se identificar possíveis causas que impactam nos resultados e aumentam os custos de operação, entre outras características, como comprovar a importância deste indicador para que as informações sejam confiáveis e que o equipamento seja utilizado de forma eficiente.

4. ESTRUTURAÇÃO DO ESTUDO

A estruturação de um estudo de caso é uma análise de um ou mais objetivos atuais, para que permita o seu amplo e detalhado conhecimento, com o intuito de esclarecer o motivo pela qual uma decisão ou conjunto de decisões foram implantadas e com quais resultados alcançados (YIN, 2001). Desta forma, para o levantamento de dados foram utilizados documentos e relatórios do setor coletados através de informações em

planilhas e gráficos eletrônicos fornecidos pela empresa a qual foi realizado o estudo de caso.

5. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi concentrado em um torno vertical que é operado em regime de 3 turnos de trabalho. O Torno vertical está 7 anos em operação na empresa, e neste período sempre foram aplicados meios de controle para verificar o desempenho da máquina mensalmente. A partir disto, verificou-se a possibilidade de analisar mais detalhadamente esses dados e obter mais informações sobre o situação geral do equipamento, ou seja, qual a frequência de operação, qual a velocidade produtiva e se existem condições no equipamento que comprometem a qualidade do produto produzido.

Assim, decidiu-se aplicar o indicador de OEE para verificar a eficiência global deste equipamento e identificar a situação atual nos índices de disponibilidade, performance e qualidade, permitindo observar as causas impactantes e oportunidades de melhorias no Torno vertical.

5.1 Cenário Atual

Primeiramente foi calculado o índice de disponibilidade do equipamento, onde que no mês analisado obtivemos 24 horas x 24 dias de trabalho previamente disponíveis, no qual foram totalizados 576 horas programadas, e, deste total houve os descontos de horas paradas planejadas, sendo atribuídas aos horários de almoço e dialogo diário de segurança - DDS e de horas paradas não planejadas, tais como, paradas diversas.

O resultado final de horas aproveitadas foi de 84% como pode-se observar na tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Cálculo do índice de disponibilidade

Tempo programado (horas)	**576**	Descontos (horas)
Almoço		72
DDS		10,80
Tempo disponível para produção (horas)	**493,2**	
Paradas diversas		78,22
Total disponível	414,98	
Diponibilidade	**84%**	

Fonte: Elaborado pelo autor

As principais causas que impactaram significativamente na disponibilidade são as paradas diversas, onde os principais tipos de perdas são: Aguardando *munck*; reuniões não programadas; manutenção corretiva; ausência de funcionário e preparação de castanhas (setup). A partir deste resultado, notou-se que há um valor expressivo de 78,22 horas de paradas não planejadas no equipamento, ocasionado uma perda do índice de disponibilidade de 16%.

O segundo índice calculado foi a performance do equipamento, sendo levado em consideração os fatores que prejudicam o ritmo produtivo do equipamento, como: retirada de resíduos de processo (cavaco); paradas de retrabalhos diversos e ineficiência. O resultado final no período analisado do índice de performance pode ser observado conforme a tabela 2.

Tabela 2 – Cálculo do índice de performance

Tempo disponível (horas)	414,98	Descontos (horas)
Retirada de resíduos do processo		22,91
Paradas de retrabalhos diversos		18,80
Ineficiência		5
Total disponível	368,27	
Performance	**89%**	

Fonte: Elaborado pelo autor

A performance atingiu o valor de 89,00%, sendo que a capacidade produtiva deste equipamento é de 8 horas/peça e para este mês analisado obtivemos o resultado de 9 horas/peça e os principais fatores que prejudicaram a performance foram a retirada de resíduos de processo com a perda de 22,91 horas, em seguida, as paradas por retrabalhos diversos com perda de 18,80 horas, que são pequenas paradas no equipamento, onde são efetuados pequenos retrabalhos devido problemas oriundos de processos, mas que impactam na performance.

E por fim, a ineficiência, onde o resultado para o período foi de 5 horas, ou seja, a diferença equivalente entre as horas planejadas para a manufatura dos produtos e a quantidade de horas apontadas para a finalização dos mesmos.

O índice de qualidade foi calculado através do total de peças produzidas, sendo considerado a quantidade de peças boas e se houve algum tipo de retrabalho ou refugo deste total de peças. Observou-se que o índice de qualidade obteve o valor máximo de 100%, pois no período analisado não ocorreu nenhuma não conformidade nas peças. A seguir o cálculo final do índice de qualidade, conforme tabela 3.

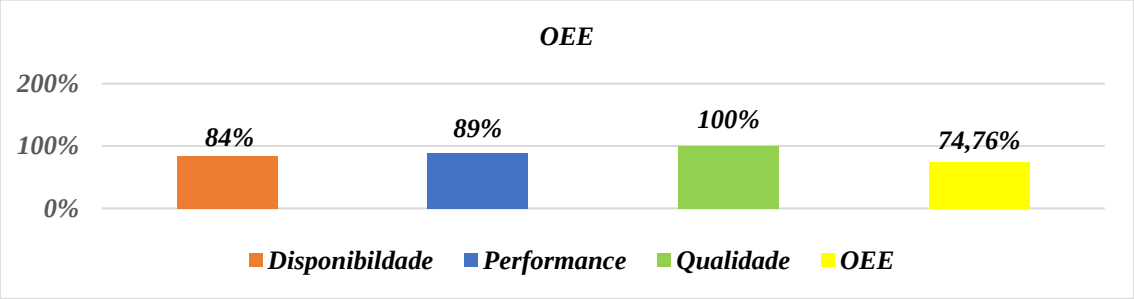
Tabela 3 – Cálculo do índice de qualidade

Item	Quantidade	Descontos de peças ruins
Peças produzidas	41	0
Peças boas	41	
Qualidade	**100%**	

Fonte: Elaborado pelo autor

A partir da conclusão dos três índices, pode-se calcular o OEE para o período analisado através da multiplicação dos resultados finais da disponibilidade, performance e qualidade. O resultado pode ser observado conforme o gráfico 1.

Grafico 1- Resultado final do índice de OEE



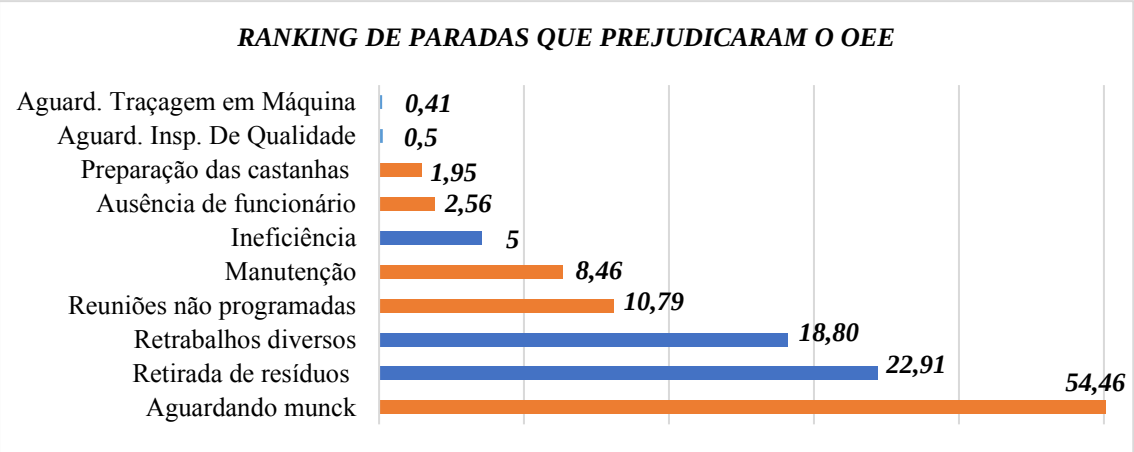
Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando o gráfico 1, percebe-se que o índice de disponibilidade é aquele com menor valor, sendo o índice que interferiu com maior impacto no resultado final e a performance o segundo índice a prejudicar o indicador de OEE que teve como resultado o valor de 74,76%.

5.2 Análise dos fatores que interferiram no OEE

Vimos anteriormente que o OEE não atingiu um valor satisfatório, pois o valor de 74,76% está abaixo de 85% que é o valor considerado bom para a classe mundial de manufatura, porém, uma análise das principais causas que interferiram no OEE podem ser observadas conforme gráfico 2 abaixo.

Grafico 2- Fatores que interferem na disponibilidade e performance



Fonte: Elaborado pelo autor

Dentro dos itens que prejudicaram o resultado do OEE, foram observados que os fatores aguardando *munck*, reuniões não planejadas e manutenção corretiva são as causas que mais impactam na disponibilidade. Analisados essas causas, observou-se que o equipamento ficou parado por 54,46 horas devido à falta de reabastecimento, ou seja, algumas peças foram concluídas, porém o torno não pode ser reabastecido, isso, porque estas peças acabaram além do horário de permanência do caminhão *munck*, ocasionando uma parada não planejada do equipamento.

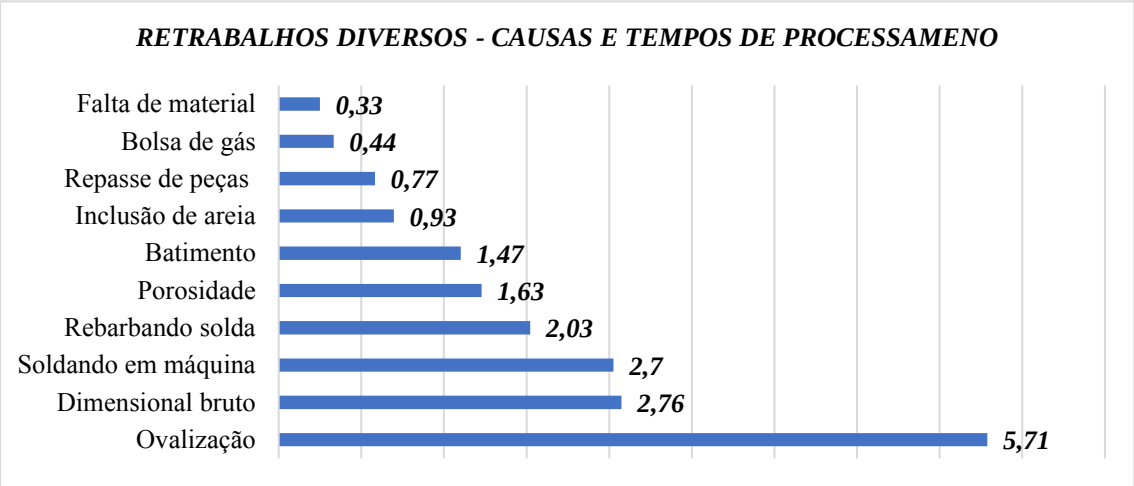
A segunda situação são as reuniões não planejadas que ocasionou a parada do torno por 10,79 horas, sendo atribuídos a paradas no turno de trabalho afim de informar as situações do setor nos quesitos de segurança e produtividade e, por fim, a manutenção corretiva que acarretou uma parada de 8,46 horas no equipamento, juntas essas três principais causas foram responsáveis por uma perda de 14,94% na disponibilidade do equipamento.

No índice de performance foram encontrados três fatores que prejudicam o OEE, entre eles e de forma decrescente estão a retirada de resíduos (cavacos), retrabalhos diversos e ineficiência.

Para a retirada de resíduos notou-se que está atividade ocupa a segunda posição no gráfico 2 e é realizada toda vez que conclui-se uma peça, sendo feita com o torno parado e de forma manual pelo operador. Esta não é uma parada para limpeza feita dentro de um programa de Manutenção Produtiva Total.

O item Retrabalhos Diversos que interferem no OEE foram desmembrados no gráfico 3.

Gráfico 3- Causas de retrabalhos diversos



Fonte: Elaborado pelo autor

As horas destes itens individualmente não indicariam um impacto significativo no OEE, porém esses retrabalhos são originados de processos anteriores, e devem ser colocados em questão de uma forma conjunta, pois demonstram que os processos anteriores estão tomando tempo de trabalho do torno, e consequentemente causando perda na performance do equipamento analisado.

Sendo assim, a performance obtida através dos tempos incorridos de produção das peças em relação ao tempo programado de produção determinado pelo setor de planejamento de produção, pode-se constatar que o equipamento necessitou de 5 horas acima do progaramado para a demanda de produção.

6. CONCLUSÕES DO ESTUDO E SUGESTÕES DE MELHORIAS.

Analisando as causas que impactam significativamente no OEE, o presente trabalho focou-se nas cinco principais que prejudicam o indicador, dentre elas estão aguardando *munck*, retirada de resíduos (cavaco), retrabalhos diversos, reuniões não planejadas e manutenções corretivas.

6.1 Aguardando *Munck*

Conforme foi descrito, o equipamento tem sua disponibilidade reduzida ao aguardar o início do turno do caminhão *munck* para evitar o pagamento extra, devido a necessidade da troca da peça fora do horário contratado. Para ações de imediato, viabiliza-se a flexibilização nas trocas de peças, ou seja, ajustar a programação de peças, onde que o equipamento seja reabastecido antes do final do turno do caminhão *munck*.

6.2 Retirada de Resíduos (cavaco)

Destaca-se que está atividade não agrega valor, porém a mesma é necessária para a continuidade das atividades posteriores no equipamento. Desta forma, observa-se a possibilidade de instalação de um sistema de retirada automática de cavacos durante a usinagem, que pode ser uma solução para otimizar esse tempo, melhorando ainda mais o OEE.

6.3 Retrabalhos Diversos

Tendo suas origens em processos anteriores, os retrabalhos que são executados no torno prejudicam a performance, pois o equipamento não está atuando na função principal para a qual foi adquirido. Por outro lado, sua capacidade de reparar falhas de processos anteriores, ocasiona uma acomodação no processo produtivo que originou a falha, retardando um estudo que vise eliminar os problemas desses processos que precedem a usinagem.

As causas dos retrabalhos são conhecidas e as principais são a ovalização e o dimensional bruto, portanto deve-se envolver as áreas que originaram essas falhas para que elas atuem na eliminação ou diminuição da frequência dessas falhas, melhorando seus processos e assim permitindo que os processos posteriores obtenham uma performance maior.

6.4 Reuniões não planejadas

As reuniões não planejadas realizadas durante o período teve como objetivo informar os operadores sobre resultados de segurança e indicadores de produção. A partir disto, notou-se a existência de quadros de gestão a vista no setor e isso pode ser uma alternativa para diminuir essas paradas não planejadas, pois a informações poderiam ser anexadas nos quadros e serem visualizadas por todos os colaboradores.

6.5 Manutenção corretiva

É possível notar que as causas de paradas do equipamento para manutenção corretiva estão relacionadas ao desgaste de peças e problemas elétricos. Para tais problemas é possível afirmar que existe a necessidade do acompanhamento do desgaste desses equipamentos e quais os motivos para os problemas elétricos no torno.

Viabilizar meios controle e priorizar as manutenções preventivas ou planejadas permitiria a diminuição das paradas no equipamento durante a sua utilização, ou seja, uma maior disponibilidade para operação do torno.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se com este trabalho que, após a realização do cálculo de OEE, foi possível analisar e encontrar fatores que necessitam de ações para aumentar a eficiência global do equipamento, pois o indicador de OEE aplicado no torno estudado mensurou a sua real condição, identificando as principais causas que interferem nos índices de disponibilidade e performance do equipamento.

Um ponto importante na utilização do indicador de OEE no torno, foram as informações obtidas com mais detalhes e os resultados encontrados através da análise feita, ou seja, tornou-se as informações mais confiáveis e, com isso, permitirá ações mais assertivas para o aumento da produtividade e eficiência do equipamento.

Por fim, conclui-se a aplicação do indicador de OEE para o torno foi uma importante ferramenta para o acompanhamento da eficiência, pois, pode-se alcançar os resultados esperados, ou seja, foram identificados e compreendidas as causas que prejudicam o equipamento de forma geral, e assim, possibilitará promover correções futuras para tais causas, gerando ganhos expressivos no equipamento.

REFERÊNCIAS

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços: Uma abordagem estratégica. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

HINES, P. et al. **Staying Lean:** Thriving, not just surviving. 2 ed. New York: Productivity Press, 2010.

KENNEDY, R. K. **Understanding, measuring, and improving overall equipment effectiveness:** How to use to drive significant process improvement. Boca Raton: CRC Press, 2018.

McCARTHY, Dennis.; RICH, Nick. **LEAN TPM:** A blueprint for change. Oxford: Elsevier, 2004.

SANTOS, J.; WYSK, R.; TORRES, J. M. **Improving Production with Lean Thinking**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2006.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

STAMATIS, D.H. **The OEE primer:** Understanding overall equipment effectiveness, reliability, maintainability. New York: Productivity Press, 2010.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takahashi. **Manutenção produtiva total**: TPM/MPT. Editora outras palavras. São Paulo: Instituto Imam, 2013.

XENOS, Harilaus Georgius D' Philippos. **Gerenciando a manutenção produtiva**. 2 ed. Nova Lima: Editora Falconi, 2014.

YIN, R. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 2001. 2f. (Monografia- Bacharelado em Engenharia de produção) – Universidade de São Paulo, Porto Alegre, 2001.

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TOLERÂNCIAS DE MODELAMENTO DE SUPERFÍCIE NO FRESAMENTO DE CAVIDADES UTILIZANDO *HIGH SPEED MACHINING* EM AÇO ABNT 1045

Reginaldo José Costa Sousa [1]
Cleber Balbino da Costa [2]
Roberto Giani Pattaro Junior [3]
Wallyson Thomas Alves da Silva [4]

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de apresentar estudos relacionados à usinagem em high speed machining (HSM) no processo de fresagem de cavidades realizada em material aço ABNT 1045, verificando se a tolerância do modelo matemático construído no software de desenho influencia na rugosidade superficial da cavidade usinada. Para tanto, foram construídos dois modelos matemáticos no Solidworks, o primeiro com desvio de qualidade de imagem de 0,05mm e outro com desvio de 0,1mm. Em seguida foram escolhidas no software de programação POWERMILL as estratégias de usinagem para aplicação em HSM, e após usinagem propriamente dita. Após estas etapas, ficou constatado que, embora pequena, existe variação na rugosidade superficial das cavidades usinadas.

Palavras-chave: High Speed Machining. Fresagem de cavidades. Modelo matemático.

1. INTRODUÇÃO

Usinagem de cavidades com High speed Machinig (HSM) também conhecida por High Speed Cutting (HSC), desenvolvida por C. Salomom e posteriormente patenteada, representa uma avançada tecnologia de produção com grande potencial, e tornou-se foco de atenção nos últimos anos, pois é uma tecnologia muito utilizada no acabamento de peças, nas indústrias do ramo aeroespacial, mecanismos ópticos e de precisão, automotiva, de moldes e matrizes, e eletrodomésticos no acabamento de cavidades; isto

[1] E-mail: reginaldo.sousa@sp.senai.br
[2] E-mail: cleber.costa@sp.senai.br
[3] E-mail: roberto.gjunior@sp.senai.br
[4] E-mail: wallyson.silva@sp.senai.br

devido aos diversos benefícios que à acompanham, tais como: tempo de produção, custos reduzidos, excelente qualidade de acabamento superficial, menor distorção da peça final, menor estresse do material, etc.

Como o acabamento superficial de cavidades em moldes, matrizes, estampo etc., é de grande importância para estes ramos industriais e influenciam diretamente no produto resultante deste processo, este trabalho tem a intenção de ajudar de alguma forma na escolha da tolerância do modelo matemático construído no software de desenho.

2. REVISÃO TEÓRICA

Segundo Salomon (1931 apud SCHÜTZER; SCHULZ, 2003) para realizar seus experimentos, utilizou serras circulares de grande diâmetro porque na década de 30 ainda não se dispunha de equipamentos com elevada rotação que permitissem atingir as velocidades de corte necessárias. A razão é que a velocidade de corte (Machining Feed Rate) é maior do que a velocidade de condução térmica, concentrando a maior parte da dissipação de calor no material removido (cavaco).

Não existe uma velocidade que determina se o processo de usinagem está ou não sendo feito em HSC, pois este valor depende de outros fatores como dureza do material a ser usinado, tipo da ferramenta utilizada, etc. No entanto pode-se citar como exemplos velocidades do eixo árvore (Spindle) variando de 20000 até 60000 RPM.

Após uma determinada velocidade de corte, as temperaturas de usinagem começavam a decrescer, ou seja, com o aumento da velocidade de avanço, espessuras pequenas e altas taxas de remoção, levaram a minimização do aquecimento da peça, pois uma grande parcela do calor gerado durante o processo de corte é dissipada juntamente com o cavaco. (SALOMON, 1931 apud SCHÜTZER; SCHULZ, 2003).

Sabe-se de fato, que a temperatura na aresta de corte tende a diminuir em certos níveis de velocidade de corte, níveis estes bem superiores aos processos convencionais, este fenômeno ocorre com maior intensidade em ligas de alumínio e metais não ferrosos e com menor intensidade em aços e ferros fundidos.

A produção orientada em HSC teve início em 1976 com a indústria aeroespacial, porém devido ao mercado competitivo outras áreas produtivas tais como a indústria de eletrodomésticos, as automobilísticas, de moldes e matrizes, também tiveram que aderir

a esta tecnologia para não ficarem defasadas em processos produtivos reduzindo assim o tempo de usinagem.

Conforme Oliveira (2003), desde a década de 70 onde a HSM ou HSC começou a ser pesquisada com maior intensidade pelos mais diversos ramos, a discussão sobre o que é usinagem com altas velocidades ainda causa bastante polemica. Existem maneiras diferentes de definir HSM, por isso é necessário olhar para algumas definições, tais como:

a) Usinagens com Altas Velocidades de Corte;
b) Usinagens com Altas Velocidades de Fuso;
c) Usinagens com Altas Velocidades de Avanço;
d) Usinagens para Alta produtividade.

Se nenhuma dessas definições pode ser considerada errada, ao mesmo tempo nenhuma delas isoladamente define o que é HSM. Logo, usinagem em HSM pode ser considerada, na verdade, uma soma de fatores que cooperam para se obter resultados específicos nas operações de usinagem, de maneira muito mais rápida.

A utilização da tecnologia HSC depende tanto da mecânica quanto da eletrônica que a equipa, por isso o conjunto completo que forma a máquina deve ser desenvolvido para tal finalidade. Os itens mais importantes na questão da mecânica são o eixo árvore (*spindle)* e o cabeçote (*toolholder*), pois a ferramenta está diretamente ligada a estes dois componentes (no caso de um centro de usinagem).

O balanceamento e a simetria do conjunto *spindle*/cabeçote é essencial para um bom desempenho da máquina, já que é neste conjunto que são exercidas as forças de usinagem.

Também deverá ser preocupação a formação de cavacos, priorizando os cavacos "quebrados" (em pedaços de 2 a 3cm) ao invés de cavacos contínuos (ou fita), pois os primeiros geram menor calor e menor desgaste da ferramenta.

A eletrônica utilizada para estas aplicações, além de ser de última geração, deve controlar alguns itens essenciais para a HSM:

a) Processamento rápido de blocos de movimento (*block cycle* time);
b) Pré-processamento;
c) Leitura antecipada de blocos de movimento para gerenciamento da velocidade (*look-a head*);
d) Transformações (ex: transformação para 5 eixos);
e) Eliminação de erro de contorno;

f) Correções de ferramenta precisas (dimensões, desgaste, etc.);
g) Compensações para erros mecânicos/induzidos;
h) Máxima segurança de máquina devido à alta velocidade dos eixos.

2.1 Fatores que influenciam o acabamento final de usinagem

A natureza da superfície é consequência direta do processo de fabricação a que foi submetida, sendo este o responsável por alterações que afetam as propriedades do material.

Existem muitos fatores, associados às condições de usinagem, que influenciam a textura da superfície em operações de acabamento. Dentre estes fatores, destacam-se o tipo e a geometria da ferramenta de corte, além da situação de contato entre a ferramenta e a peça. (ZEILMANN et al., 2006)

A qualidade da superfície usinada pode ser analisada principalmente através da exatidão dimensional e de forma, rugosidade e integridade superficial.

Exatidão dimensional e de forma - excluindo as tolerâncias envolvidas na cadeia CAD/CAM para o modelamento de produtos e geração de programas CNC, a exatidão de forma de um modelo usinado está relacionada às condições de usinagem, envolvendo deflexões da ferramenta de corte, vibrações durante o processo de usinagem e desvios de trajetória causados pela inércia de movimentação dos eixos, agravando-se quando se trabalha com altas acelerações e velocidades de avanço. Conforme a figura 1 ferramentas de ponta esférica são muito utilizadas na usinagem de superfícies complexas e cavidades, a rugosidade superficial teórica é dada em função do valor de passo radial e do avanço por aresta de corte (CEBALO, 1999).

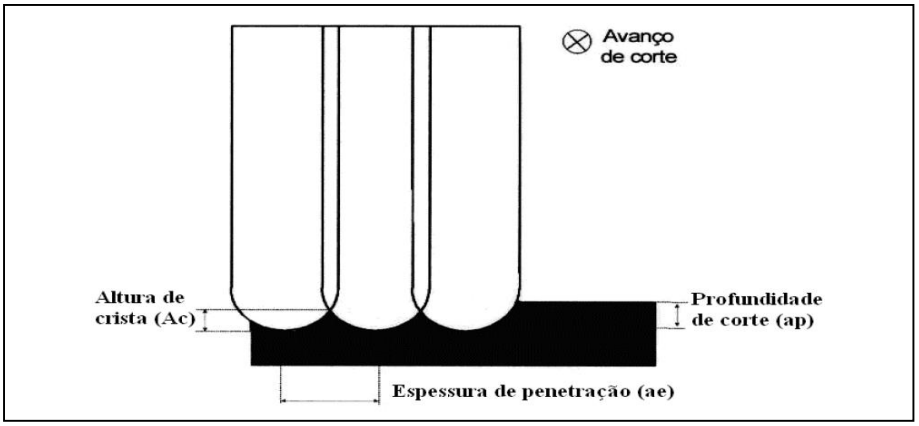


Figura 1 – Altura da crista
Fonte: (Souza,2001)

2.2 Tolerâncias de modelamento

Um dos principais valores de tolerância de modelamento e sistemas CAD estão relacionados com a etapa de interseção e corte de superfícies. A tolerância atribuída pelo usuário será utilizada pelo software para calcular as curvas paramétricas e as fronteiras de corte. Quanto menor o valor de tolerância, mais próxima estará a geometria da forma do objeto cortado conforme figura 2.

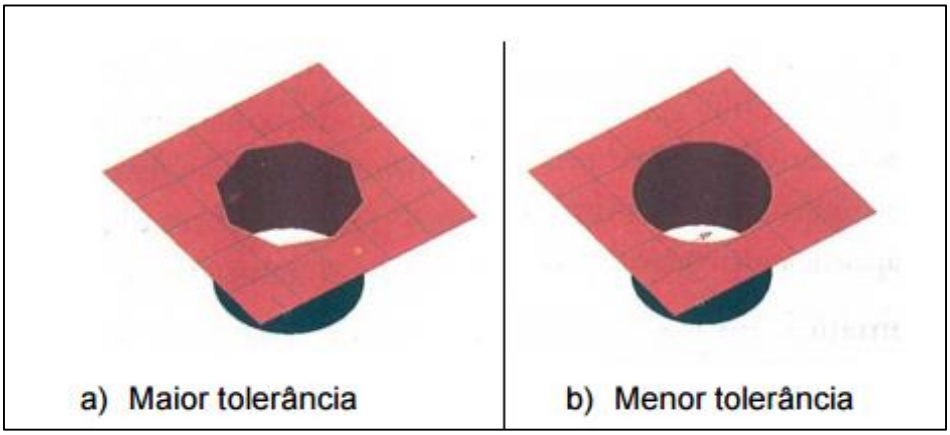


Figura 2 - Modelos sólidos com diferentes precisões

Nos sistemas CAD os modelos matemáticos mais avançados trabalham com valores definidos até a décima sexta casa decimal. Essa precisão se aplica inicialmente para sólidos primitivos tais como cubo, esfera, cone, etc.

Quando se deseja desenvolver superfícies que necessitam rigor de aparência, como: eletrodomésticos, as latarias externas de um automóvel, pequenas descontinuidades nas superfícies do modelo CAD 3D podem repercutir no produto final. Deve-se então considerar como qualidade de superfícies o grau de suavidade, continuidade e simplicidade do equacionamento matemático empregado. Uma superfície gerada por uma matemática complexa pode proporcionar dificuldades ou imprecisões na transferência de dados via padrões de comunicação.

3. METODOLOGIA

Foram realizados ensaios de usinagem HSM, utilizando dois modelos matemáticos confeccionados no *Solidworks* com tolerâncias de imagem de 0,10mm e 0,05mm. Posteriormente foi elaborada a programação utilizando software *Powermill* e realizamos a usinagem de acabamento dos dois modelos. O material utilizado para realização do ensaio foi o aço SAE 1045, desbastado e pré-acabado.

Os valores de rugosidade foram obtidos por um rugosímetro portátil modelo *Mahr MarSurf* M 300 C, conforme figura 3.



Figura 3 – Rugosímetro
Fonte: Autoria própria.

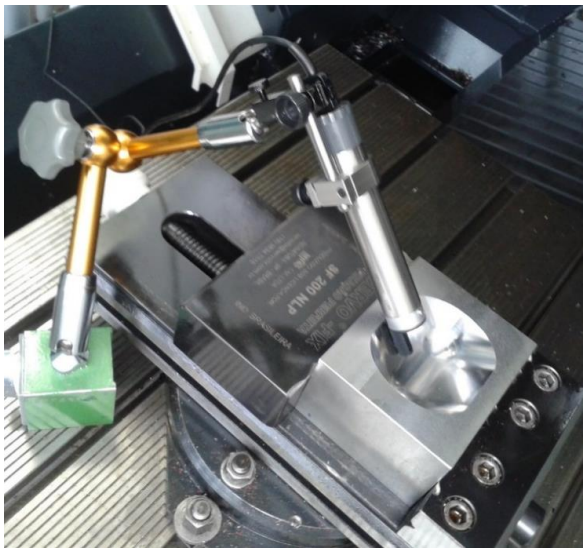


Figura 4 – Base magnética com dispositivo de fixação
Fonte: Autoria própria.

A figura 5 mostra a máquina utilizada um centro de usinagem DMC 635v (DMG DECKEL MAHO).

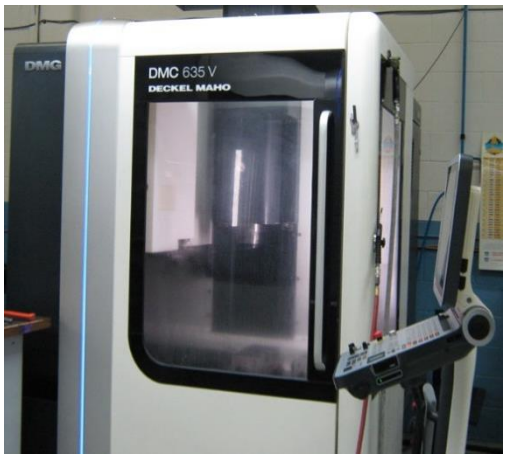


Figura 5 - Centro de usinagem
Fonte: Autoria própria.

3.1 Ferramentas e estratégias

Foi utilizada na usinagem uma fresa de topo esférica Ø16mm com 2 cortes, código do suporte R216F-16A16S-032 com inserto R216F-1640 EL P20A 1010 SANDVIK COROMANT, conforme figura 6.

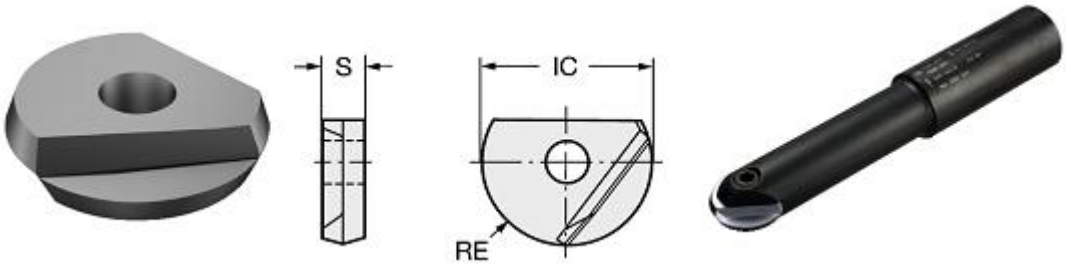


Figura 6 - Detalhes da ferramenta

Fonte: (SANDVIK COROMANT, 2016)

Na usinagem do perfil foram selecionadas no software *PowerMill* duas estratégias de acabamento:

a) Acabamento Z Constante (figura 7);
b) Acabamento Radial (figura 8).

Fazendo um comparativo entre as duas estratégias como mostra as figuras 9 e 10 a que apresentou melhores resultados de tempo de usinagem, menor tempo de contato da ferramenta com a peça de acordo com a estatística gerada pelo software *CAM PowerMill* foi a estratégia de Acabamento em Z Constante (figura 9).

A estratégia de Acabamento Radial apresentou tempo de contato da ferramenta com a peça de aproximadamente 300% maior, como mostra a figura 10, resultando, consequentemente, em um desgaste maior da aresta de corte da ferramenta e maior tempo de usinagem aumentando os custos para fabricação do produto.

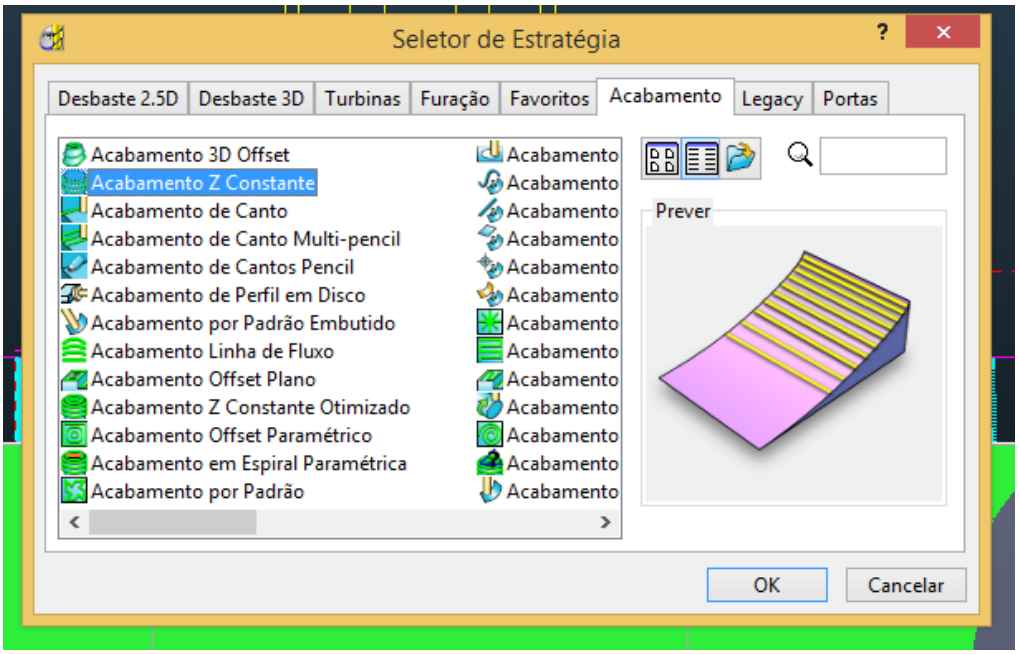


Figura 7 - Estratégia Acabamento - Z constante
Fonte: Autoria própria.

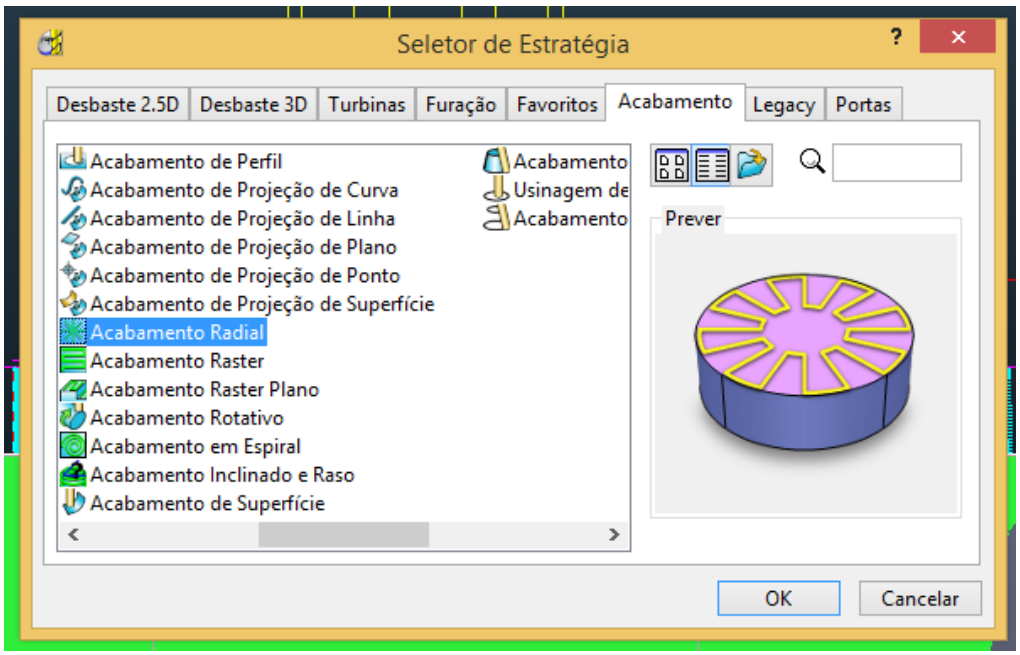


Figura 8 – Estratégia Acabamento – Radial
Fonte: Autoria própria.

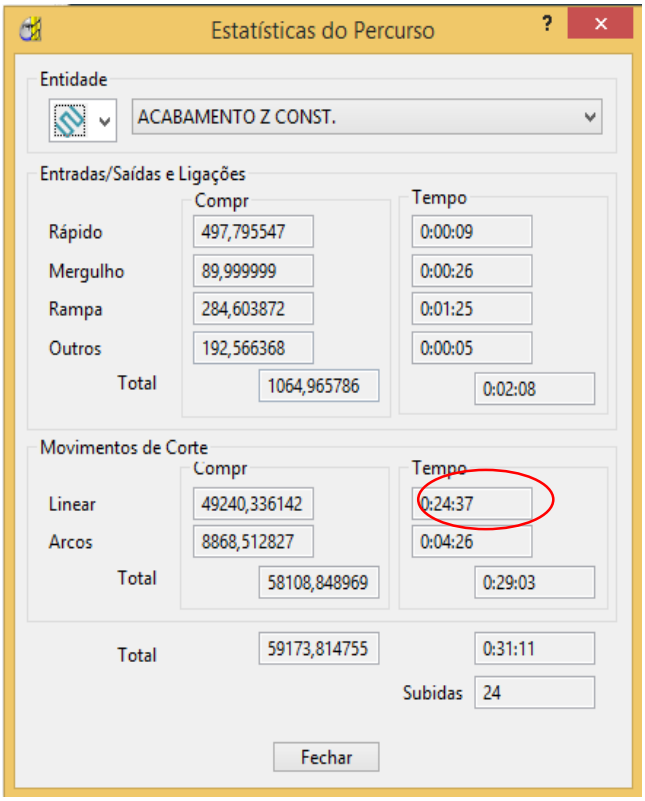


Figura 9 – Estatísticas Acabamento - Z Constante
Fonte: Autoria própria.

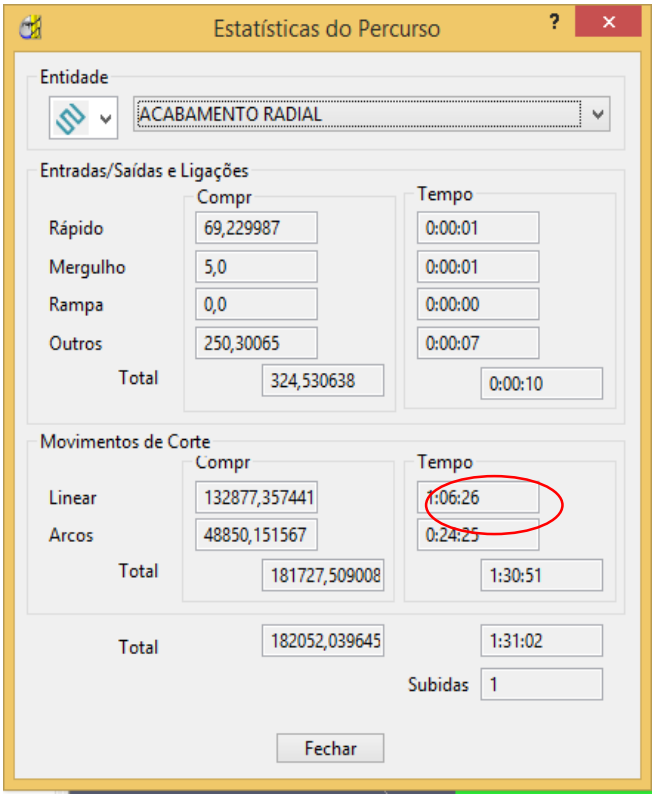


Figura 10 - Estatísticas Acabamento - Radial
Fonte: Autoria própria.

4. RESULTADOS

As superfícies avaliadas conforme a figura 11 observa-se uma variação da rugosidade no perfil usinado. Este fenômeno se dá devido à variação do diâmetro efetivo de corte durante a usinagem e trajeto da ferramenta nas interpolações dos raios.

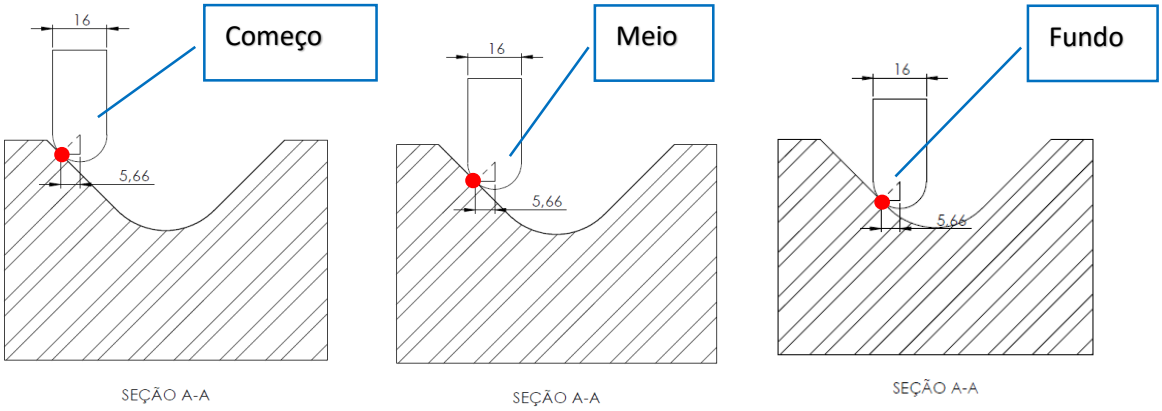


Figura 11 - Variação da rugosidade no perfil usinado.
Fonte: Autoria própria.

Nesta usinagem são utilizados os parâmetros definidos pelo fabricante da ferramenta de corte, e na figura 12 encontram se os cálculos do diâmetro efetivo, RPM e avanços.

Calculado:

$$D_{ef} = 2\sqrt{a_p(D_c - a_p)}$$

$$D_{ef} = 2\sqrt{0{,}2(16 - 0{,}2)}$$

$$D_{ef} = 3{,}55$$

N=200*1000/3,55*π

N=17915 rpm

Utilizado:

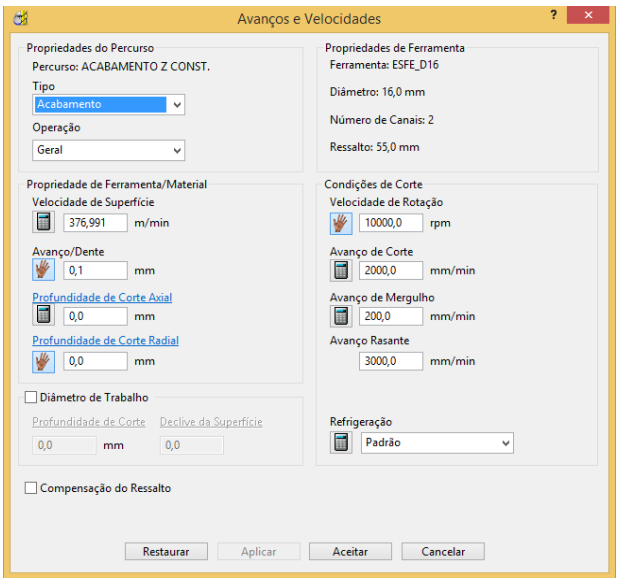


Figura 12 – Cálculo dos parâmetros de corte
Fonte: Autoria própria

O diâmetro efetivo calculado foi de 3,55mm, avanço por faca de 0,1mm e a rotação por minuto ideal calculada foi de 17915. No entanto o RPM máximo da máquina é de 10000, desta forma trabalha-se com uma velocidade de corte abaixo do ideal calculada para esta ferramenta.

Conforme a imagem da figura 13 observa se que no início da usinagem da cavidade a ferramenta trabalha com diâmetro de contato menor do que o diâmetro efetivo calculado fazendo uma curva no início da usinagem com passo lateral menor do que o calculado, devido ao início da interpolação desenvolvida pela estratégia utilizada no *software*. Porém no meio da usinagem o passo lateral volta a ser contínuo.

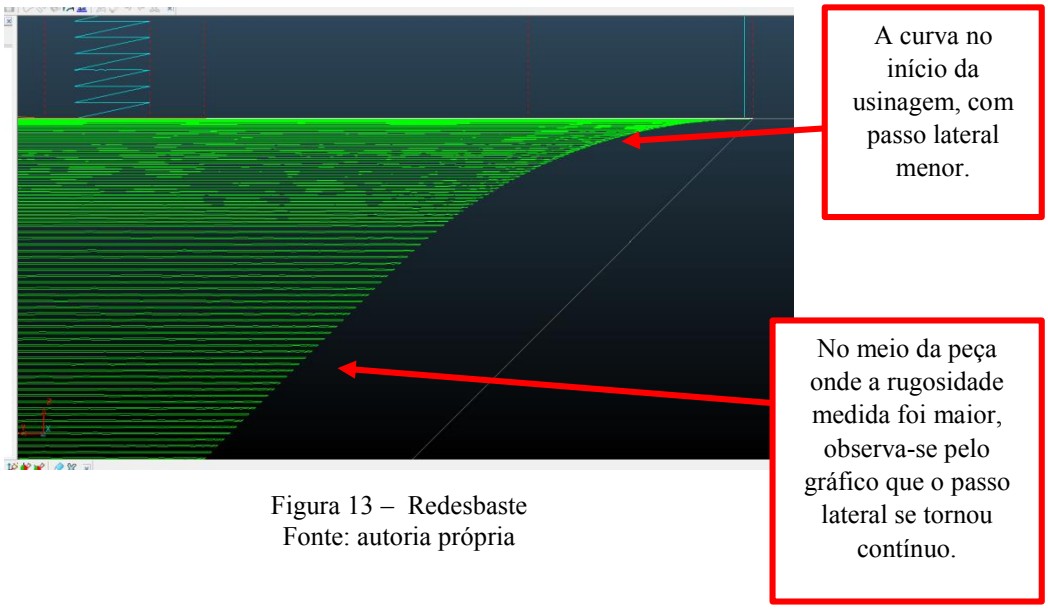


Figura 13 – Redesbaste
Fonte: autoria própria

Observando a figura 14 percebe se que no final do perfil usinado existe uma curva, gerando novamente o fenômeno de redução do passo lateral, com rugosidade menor do que a calculada.

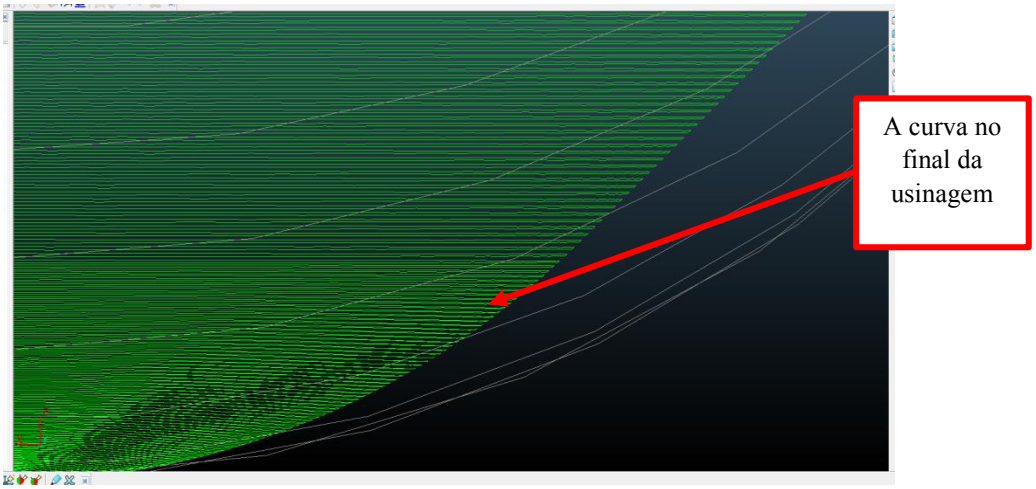


Figura 14 – curva do final da cavidade
Fonte: autoria própria

A figura 15 mostra o acabamento superficial da cavidade usinada com modelo de resolução de 0,05mm.

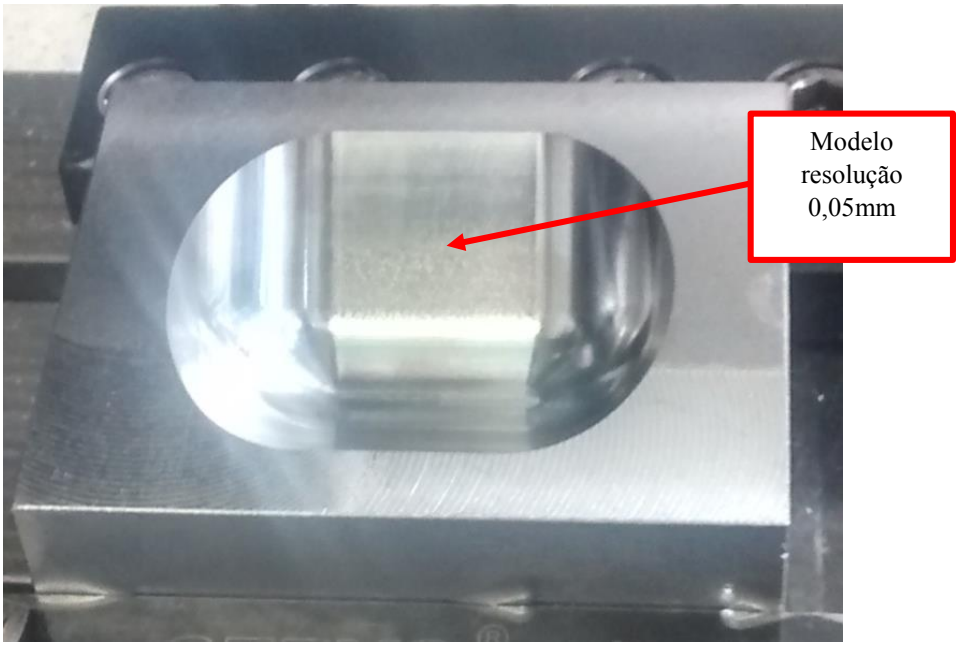


Figura 15 – Rugosidade do modelo com resolução de 0,05 mm
Fonte: autoria própria

A figura 16 mostra o acabamento superficial da cavidade usinada com modelo de resolução de 0,10mm.

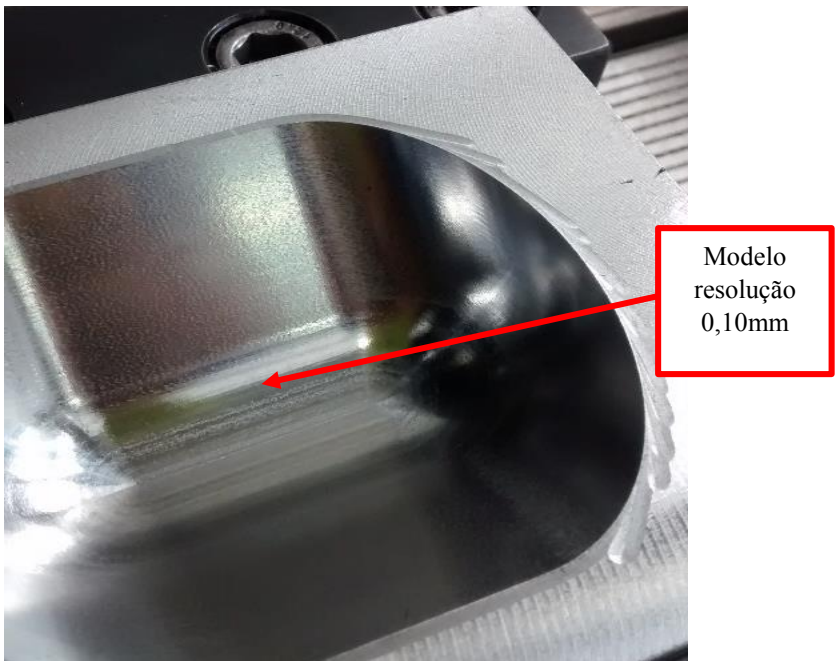


Figura 16 – Rugosidade do modelo com resolução de 0,10 mm
Fonte: autoria própria

No acabamento superficial, mostrada acima nas figuras 15 e 16 pode-se observar que a usinagem do modelo com precisão de 0,10mm, mostrou facetados mais nítidos do que o modelo com precisão de 0,05mm, isso pode ser verificado também comparando os gráficos de rugosidade.

4.1 Gráfico comparativo da rugosidade.

O gráfico 1 mostra uma comparação entre os dois modelos usinados, onde as linhas vermelhas representam o modelo de 0,05mm e as linhas azuis representam o modelo de 0,10mm, sendo que as linhas azuis indicam maior variação da rugosidade.

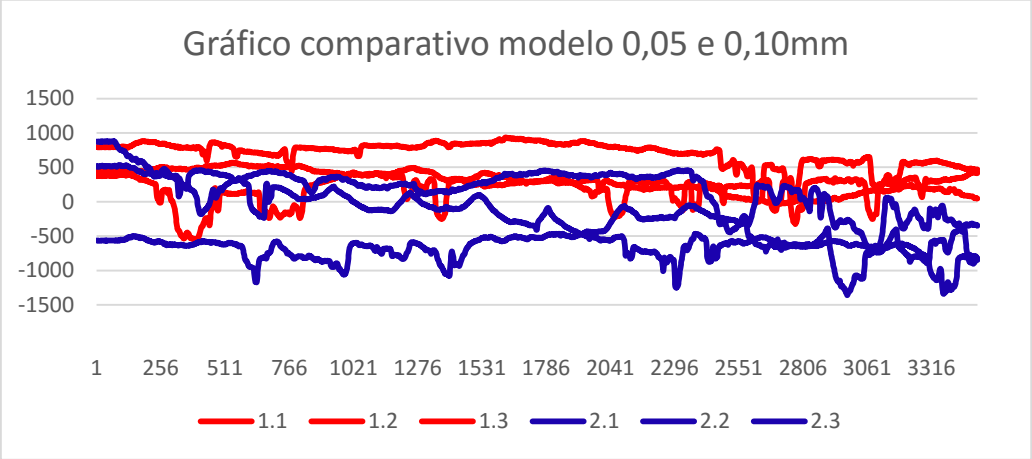


Gráfico 1 – Comparativo da rugosidade.
Fonte: Autoria própria

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após analisar a rugosidade dos modelos com precisão de 0,05mm e 0,10mm pôde observar através das imagens que a tolerância dos sólidos tem sim influência, embora que pequena, na textura da superfície em operações de acabamento, e na rugosidade superficial,

Observa-se também a influência da estratégia de usinagem gerada pelo software com relação à variação na rugosidade de um determinado perfil, nota-se que no início e no fim do perfil obtiveram-se rugosidades menores que na parte central, devido ao caminho da ferramenta, que nestes pontos o passo lateral manteve se constante.

Sabendo que a usinagem HSM é geralmente utilizada para dar acabamento em cavidades de moldes e matrizes, espero ter colaborado para que o projetista possa escolher de forma mais assertiva a tolerância no modelamento dos sólidos.

REFERÊNCIAS

OLIVEIRA, G. F. HSM: conceito e aplicações. In: SANTOS, Aldeci Vieira dos et al. **Usinagem em altíssimas velocidades**: como os conceitos HSM/HSC podem revolucionar a indústria metal-mecânica. 2. ed. São Paulo: Érica, 2003.

SANDVIK COROMANT. **Fresa de facear CoroMill® 216F Ball Nose**. 2016. Disponível em: <http://www.sandvik.coromant.com/pt-pt/products/Pages/productdetails.aspx?c=r216f-16a16s-032&Country=br>. Acesso em: 23 nov. 2016.

SCHÜTZER, K.; SCHULZ, H. Histórico da usinagem com altíssima velocidade até os dias atuais. In: SANTOS, Aldeci Vieira dos et al. **Usinagem em altíssimas velocidades**: como os conceitos HSM/HSC podem revolucionar a indústria metal-mecânica. 2. ed. São Paulo: Érica, 2003.

ZEILMANN, R.P. **Análise da Qualidade Superficial em Fresamento a Altas Velocidades de Corte de Material Endurecido** 4º Encontro da Cadeia de Ferramentas, Moldes e Matrizes. 02-05 de maio, 2006, Joinville, SC

LIMPEZA QUÍMICA EM "TROCADOR DE CALOR" DE VIDRO

Daniel Gomes[1, 3]

Darlles Mendonça[1,4]

Fábio Chalegre[1, 5]

Nelis Evangelista Luiz[2, 6]

Ivana Tavares[2, 7]

Johnny Sabino[1, 8]

Viniccius Neves[1, 9]

RESUMO

Este artigo é baseado em um case de uma empresa do segmento químico que aborda a facilidade de manutenção em um trocador de calor de uma torre de vidro, uma vez que diminui o tempo de execução da manutenção, o custo de aplicação, proporcionando praticidade ao processo quando comparado ao anteriormente adotado. O processo é feito utilizando-se da limpeza química de trocador de calor de torre de vidro, por meio da locação de uma unidade de limpeza de uma empresa parceira a qual possibilita a circulação de soda cáustica dentro das tubulações e das conexões do trocador de calor da referida torre, que faz a diluição de sílica sedimentada e incrustações em locais propícios à sedimentação.

Palavras-chave: Manutenção. Torre de Vidro. Trocador de Calor. Ácido Nítrico.

ABSTRACT

This article is based on a case of a chemical segment company that addresses the ease of maintenance in a heat exchanger of a glass tower, as it decreases the running time of maintenance, the cost of application, providing practicality to the process When compared to the previously adopted. The process is done using the chemical cleaning of the heat exchange of glass tower, by leasing a cleaning unit of a partner company which allows the circulation of caustic soda within the pipes and the connections of the heat exchanger of the Said Tower, which makes the dilution of sedimentary silica and incrustations in places suitable for sedimentation.

Key words: Maintenance. Glass Tower. HEAT exchanger. Nitric acid.

[1] Graduados em Tecnologia em Manutenção Industrial pela Faculdade SENAI de Tecnologia ROBERTO SIMONSEN. E-mail: daniel.gomesjs@gmail.com[3], darllesmendonca@hotmail.com[4], fabiochalegree8@gmail.com[5], johnnyss@live.com[8], vi.neves@hotmail.com[9].

[2] Professores Orientadores do Projeto – Professores no Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial da Faculdade SENAI de Tecnologia ROBERTO SIMONSEN. E-mail: nelis_evangelista@hotmail.com[6], ivana.tavares@outlook.com[7].

1 INTRODUÇÃO

Devido à necessidade de redução de tempo na manutenção de trocadores de calor de torre de vidro, utilizados para auxiliar no resfriamento do ácido nítrico antes de ser armazenado, o colaborador Johnny Sabino junto a empresa parceira, desenvolveram um case com o objetivo de otimizar o tempo e de reduzir custos na referida manutenção por meio da utilização de uma unidade de limpeza química.

1.1 Empresa

É uma empresa do seguimento químico criada em 1935 por José Ermírio de Moraes, fabricante de nitrocelulose e de ácido sulfúrico. O ácido sulfúrico é umas das matérias primas para fabricação da nitrocelulose além de outras aplicações. A nitrocelulose é uma resina amplamente utilizada na fabricação de tintas e de vernizes, oferecendo a esses produtos fácil aplicação e secagem rápida. (Próprio Autor, 2018).

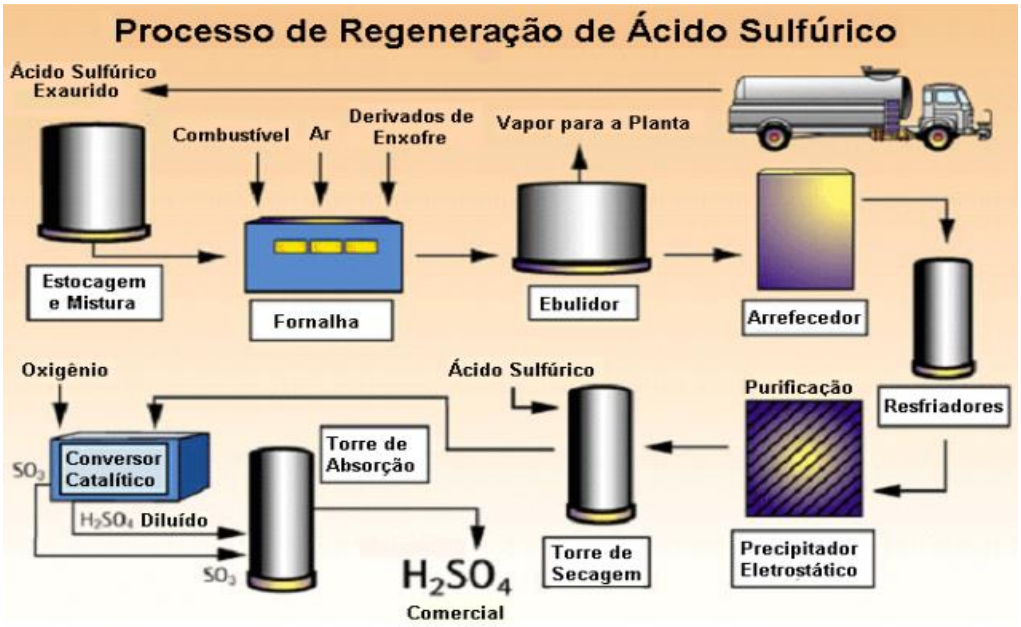
1.2 Recuperação ácida

Além da fabricação de ácidos, um dos trabalhos que a empresa realiza é a recuperação do ácido nítrico e sulfúrico, o qual é o insumo (matéria-prima) da nitrocelulose. Esse procedimento promove a reconcentração do ácido (condensação do ácido) extraindo água e deixando o percentual de ácido dentro do padrão utilizado pela empresa (SHREVE, 2012).

1.3 Processo de recuperação dos ácidos nítrico e sulfúrico

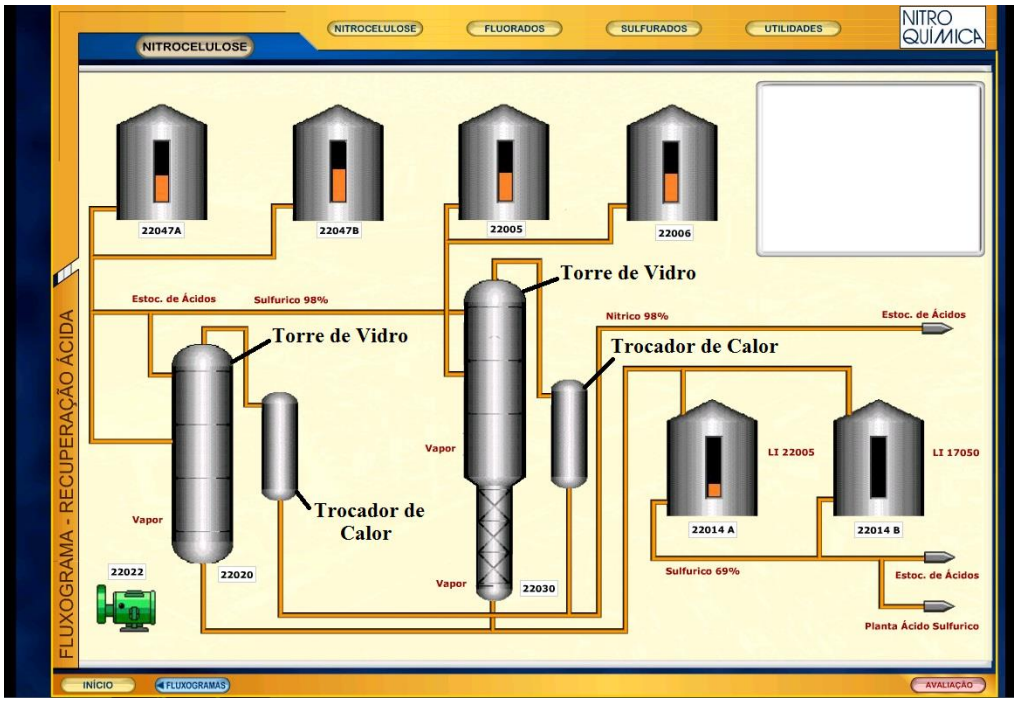
No processo de recuperação ácida (figuras 1 e 2) há dois equipamentos que são fundamentais para reconcentração do ácido, um deles é a torre de vidro que aquece e reconcentra o ácido no percentual desejado, adicionando água ácida ou retirando-a para o ajuste de seu percentual de concentração. O outro equipamento é o trocador de calor que auxilia a torre de vidro, fazendo o resfriamento do ácido. O ácido a ser reconcentrado passa pelo trocador de calor com uma temperatura de 110°C e é resfriado para temperatura 40°C. Após esta etapa, são armazenados o ácido reconcentrado e a água ácida extraída de ácidos reconcentrados para ser reutilizada em futuras operações (Oliveira, 2009).

Figura 1 - Fluxograma de Recuperação Ácida



Fonte: https://sites.google.com/site/scientiaestpotentiaplus/acido-sulfurico/acido-sulfurico-processo-de-concentracao

Figura 2 - Fluxograma de Recuperação Ácida



Fonte: Próprio Autor

1.4 Torre de vidro

É um equipamento especial que compõe o processo de recuperação ácida por meio da condensação, cuja função é fazer a reconcentração do ácido separando água ácida e ácido concentrado conforme figura 3. (Dedietrich, 2018).

Figura 3 -Torre de vidro



Fonte: Próprio Autor

1.5 Função da torre de vidro no processo de recuperação ácida

A função da torre de vidro em um sistema de condensação para reciclagem ácida é recuperar ácidos que estão com o Ph (Potencial hidrogeniônico) ou percentual de concentração abaixo do utilizado por meio da remoção ou da adição de água ácida (secagem), reconcentrando o ácido para seu reaproveitamento, evitando o descarte inadequado e possíveis problemas ambientais (Dedietrich, 2018).

1.6 Trocador de Calor

É um equipamento que compõe o processo de recuperação ácida e auxilia a torre de vidro conforme figura 4, cuja função é fazer o resfriamento do ácido (ARAUJO, 2002).

Figura 4 - Trocador de Calor da Torre de Vidro



Fonte: Próprio Autor

1.7 Função do trocador de calor no processo de recuperação ácida

A função do trocador de calor no processo de recuperação ácida é resfriar o ácido que sai da torre de vidro para ser direcionado ao armazenamento. O ácido é aquecido pela torre no processo de reconcentração com 110°C e é resfriado pelo trocador para temperatura de 40°C. (ARAUJO, 2002).

1.8 Problema apresentado

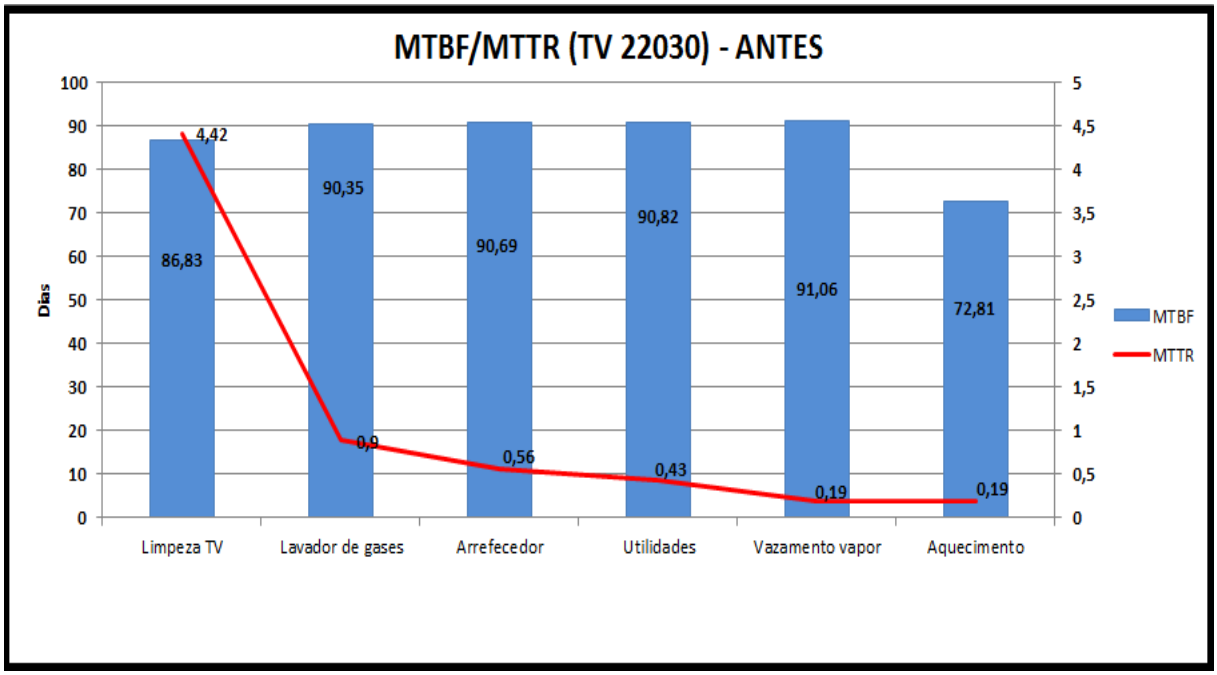
O elevado tempo para manutenção nos trocadores de calor provoca indisponibilidade nas torres de vidro e consequente elevação de custos relacionados a perdas inerentes ao ineficiente funcionamento dos trocadores, além de gastos elevados com manutenção (reposição de peças e hora/homem). O trocador de calor apresenta uma incrustação densa em suas conexões e tubulações que foi identificada como sílica sedimentada decorrente do vapor e de impurezas do processo de resfriamento (figura 5). Devido à sedimentação da sílica, o rendimento do processo estava menor, diminuindo consideravelmente a produtividade com relação ao reaproveitamento de ácido. Umas das soluções encontradas para remoção da sílica era a desmontagem do trocador e a raspagem do material sedimentado, porém o material do trocador de calor é de vidro e a raspagem o danificava. Era preciso uma solução que demandasse um menor tempo, com custos acessíveis e que não danificasse o equipamento.

Figura 5 - Flange do Trocador de Calor com incrustações de Sílica



Fonte: Próprio Autor

Gráfico 1 - Relação do Tempo Médio entre Falhas (MTBF) e Tempo Médio para Reparos (MTTR), em dias, do setor de manutenção da empresa antes da implementação da melhoria



Fonte: Próprio Autor

Foram destacados e representados graficamente os itens mais críticos e que demandam mais tempo de manutenção (Gráfico 1). Portanto, foi observada e calculada a disponibilidade conforme Nepomuceno (2013, p. 69), $Disponibilidade = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} x\ 100$. A disponibilidade da torre de vidro antes da implantação da melhoria era de 95,16%. E um tempo médio para reparo maior, quando comparado aos demais itens expostos no gráfico. Isso leva à maior parcela de tempo parado, sendo um dos principais pontos críticos que mais afetam a produtividade de recuperação de ácidos.

1.9 Solução encontrada

Foi ofertada pela empresa parceira, uma unidade de limpeza no qual se utiliza a mesma metodologia de um equipamento de Hemodiálise (Figuras 6 e 7). Realizar a circulação de uma solução NaOH (Hidróxido de Sódio) com concentração de 8 a 10%, para fazer a diluição da sílica sedimentada em locais incrustrados do trocador de calor.

Figuras 6 e 7 - Unidade de limpeza ofertada pela empresa parceira



Fonte: Próprio Autor

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Limpeza química do trocador de calor

É realizada a limpeza química posicionando a unidade de limpeza e adicionando a solução no equipamento, conectado os flexíveis nas entradas e saídas dos trocadores e realizada a circulação da solução (soda) conforme figuras 8, 9 e 10.

Figura 8 - Execução da limpeza química



Fonte: Próprio Autor

Figura 9 - Execução da limpeza química



Fonte: Próprio Autor

Figura 10 – Execução da limpeza química



Fonte: Próprio Autor

2.2 Preparação para limpeza química (enxágue)

É feita a preparação para execução da limpeza química interrompendo o recebimento de ácido nos trocadores e drenando o trocador certificando o seu completo esvaziamento após isso é realizada a lavagem com agua corrente assim como verificando o PH até atingir o valor de 7,0.

2.3 Limpeza química

É executada a limpeza conectando as conexões na entrada e saída dos trocadores realizando o enchimento do sistema com soda caustica 8% de forma lenta até o volume previamente calculado. É elevada a temperatura do sistema de forma lenta até a temperatura de aproximadamente 60 a 70°C após esse processo é observado à característica da solução. Esta combinação de concentração e temperatura do fluido de limpeza minimiza o ataque do vidro pro parte da solda cáustica (COLDCLIMA, 2018)

2.4 Acompanhamento

É realizado o acompanhamento da concentração da solução a cada duas horas caso seja observada redução na concentração da soda ou excesso de resíduos na solução, é realizada a troca da solução por uma nova. Após isso é drenado a soda e realizado a lavagem com água corrente até o PH fique aproximadamente com 7,0 e realizada a montagem do sistema de linhas acidas.

Os rejeitos deste processo são tratados na estação de tratamento de efluentes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Resultado obtido após limpeza química

É observado após a limpeza que sedimentos de sílica se depositam no fundo do trocador onde é executada a circulação e drenagem de água no sistema para a retirada dos sedimentos, conforme figura 11.

Figura 11 – Sílica sedimentada no fundo do trocador

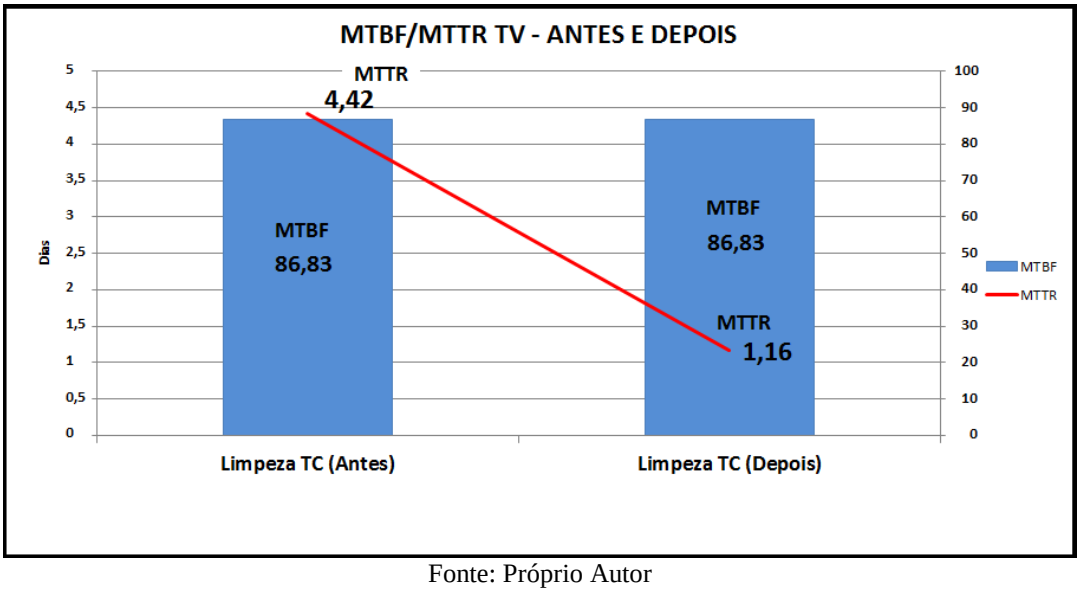


Fonte: Próprio Autor

Sílica sedimentada no fundo do trocador após a limpeza química.

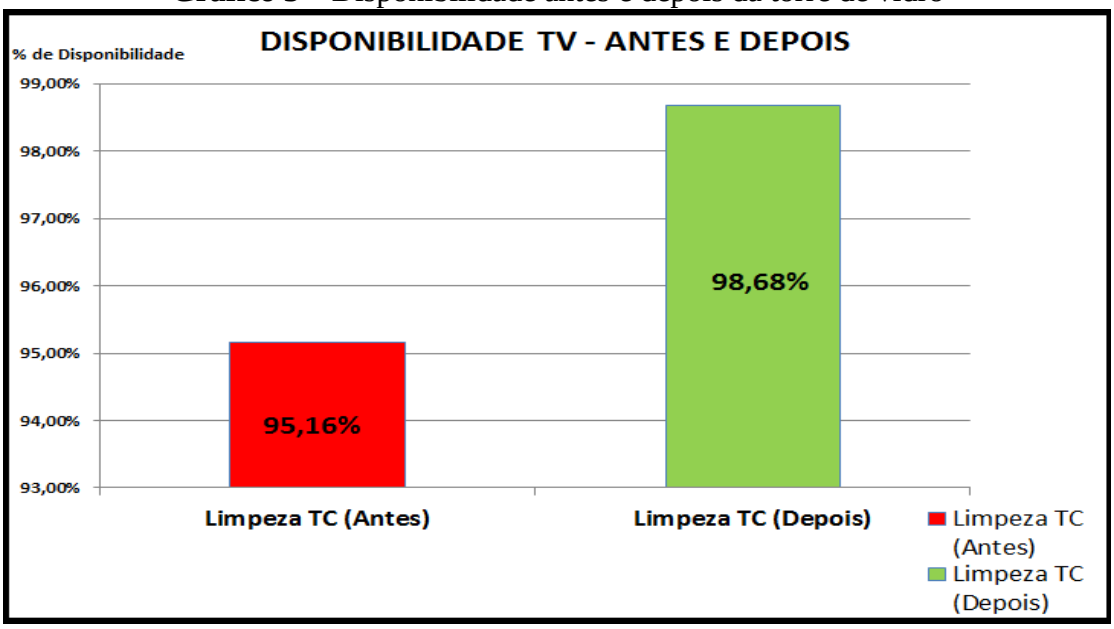
3.2 Relação do tempo médio entre falhas (MTBF) e tempo médio para reparos (MTTR) em (dias) do setor de manutenção da empresa depois da implementação da melhoria.

Gráfico 2 – Relação do tempo médio entre falhas antes e depois



Fonte: Próprio Autor

Gráfico 3 – Disponibilidade antes e depois da torre de vidro



Fonte: Próprio Autor

Após a aplicação da melhoria foi observado que a disponibilidade da torre de vidro aumentou em 3,52% ficando com a disponibilidade de 98,68%.

3.3 Sistemas convencionais de limpeza dos trocadores

No sistema convencional de limpeza dos trocadores, era necessária desmontagem do trocador para limpeza num total de cinco dias de trabalho por trocador e alto custo devido à troca dos componentes.

- Conectores para tubos troca-se em média 80 peças R$ 1600,00
- Junta de vedação corpo trocador R$ 500,00
- Tubos de vidro troca-se em média 40 peças R$ 4.400,00
- Vedação para espelho R$ 300,00
- Mão de obra R$ 2.500,00
- Locação caminhão munck R$ 600,00

Total de R$9.900,00 por trocador de calor por ano.

3.4 Sistema atual de limpeza química

No sistema atual, o processo foi otimizado para um dia de trabalho por trocador, assim o custo foi:

- Locação do equipamento diária R$ 2.800,00
- Mão de obra R$1.500,00

Total de R$ 4.300,00 por trocador de calor por ano.

3.5 Economia

Economia por trocador de calor é de R$ 5.600,00.

A economia estimada total aplicada em todos trocadores (24 trocadores) é de R$ 134.400,00.

Tabela 1: Comparação entre o procedimento atual e o proposto

Comparativo Entre Procedimento Anterior e o Procedimento Implementado		
Quesitos	**Desmontagem para limpeza**	**Limpeza Química**
Tempo Médio para Reparo (MTTR)	4,42 dias	1,16 dias
Disponibilidade	95,16%	98,68%
Custo anual total	237.600,00	103.200,00

Fonte: Próprio Autor

4 CONCLUSÃO

Foi observado no decorrer deste artigo que, com a utilização do equipamento da empresa parceira na limpeza dos trocadores obtivemos uma melhoria de manutenção superior ao método convencional anteriormente usado. Deste modo foi possível aumentar a disponibilidade em 3,52% totalizando 98,68% de disponibilidade e diminuindo o

MTTR (Tempo Médio para Reparo), consumando uma economia de R$ 134.400,00 na limpeza dos trocadores de calor.

REFERÊNCIAS

Ácido nítrico in Artigos de apoio Infopédia. Porto: Porto Editora, 2003-2018. [Consulta. 2018-05-22 15:45:36]. Disponível na Internet: https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$acido-nitrico.

ARAUJO, Everaldo Cesar da Costa. Trocadores de calor. São Paulo, São Carlos; EdUFSCar, 2002.

BELTRAN, Maria Helena Roxo. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ORIGENS DA PREPARAÇÃO DE ÁCIDO NÍTRICO. Pesquisa (Pós-Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 1997.

COLDCLIMA. http://www.coldclima.com.br/assets/cat/unidade-limpeza-Cold.pdf Acesso: 12/09/2018.

Dedietrich, TORRE DE VIDRO. Disponível em: < https://www.dedietrich.com/en/about-us/our-brands/qvf> Acesso em: 02 de maio 2018.

FOGLIATTO, Flávio Sanson. Confiabilidade e Manutenção industrial. Rio de Janeiro, Elsevier, 2009.

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. Técnicas de Manutenção Preditiva. Vl. 1; São Paulo, São Paulo; Edgar Blucher, 2013.

NITROQUÍMICA, HISTÓRIA. Disponível em: < http://www.nitroquimica.com.br/nitro-quimica#hist > Acesso em: 29 de maio 2018.

OLIVEIRA, Thais de, RECUPERAÇÃO E RECICLAGEM DOS ÁCIDOS NÍTRICO E SULFÚRICO E DO MOLIBDÊNIO DOS RESÍDUOS LÍQUIDOS DAS INDUSTRIAS DE LÂMPADAS. (Dissertação de Mestrado) USP – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SHREVE, Randolph Norris, Indústrias de processos químicos / R. Norris Shreve, Joseph A. Brink Jr.; tradução Horacio Macedo. - Reimpr.l. - Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2012.

WORDEN, Edward Chauncey, *Nitrocellulose Industry.* VL 1; New York, D. Van Nostrand Company. pp. 726–727, 1911.

MANUTENÇÃO EM CONTRATO VOLANTE DE CLIMATIZAÇÃO E REFRIGERAÇÃO

Enilson Menezes Silva[1]
José Gil Oliveira[2] - Orientador
Marcos Antônio Felizola[3] - Coorientador

RESUMO

A manutenção tem papel fundamental e diferencial para a redução dos custos em uma empresa. A terceirização de serviços se tornou a alternativa mais comum para que as empresas possam focar nos aspectos essenciais de sua operação. Dados da confederação nacional das indústrias apontam, segundo pesquisas, que há uma participação de 56,3% das empresas que terceirizam montagem e/ou manutenção de equipamentos no brasil. Dados de 2017, do documento nacional ABRAMAN (associação brasileira de manutenção e gestão de ativo), informa que a manutenção corresponde em média 4% do custo total de faturamento bruto. A ABRAMAM informa ainda, que, o custo de pessoal próprio e de 49%, e o pessoal contratado e de 28% sobre o custo total da manutenção. Em 2013, a ABRAMAN aponta que os conceitos muito bons e bons somam 59,19% de qualidade positiva nos serviços contratados. Houve um aumento na qualificação do pessoal também. O pessoal de nível superior cresceu 18,24% nos últimos quatro anos, o pessoal de nível médio foi ainda melhor, atingindo 46,6% de crescimento em relação a 2013. Diante deste cenário, este artigo aborda um modelo de manutenção de contrato volante de climatização e refrigeração, como parte de um negócio lucrativo.

Palavras-chave: Manutenção. Contrato. Climatização. Refrigeração. *Facilities.*

1. INTRODUÇÃO

O cenário atual, economicamente globalizado e altamente competitivo, exige que as empresas visualizem a manutenção como uma função estratégica para aumentar a produtividade. A busca por eficiência com maior agilidade no atendimento e redução de custos nos processos de manutenção, requer um modelo de contrato de manutenção corretiva ou preventiva volante em climatização e refrigeração, podendo sanar inúmeros

[1] Pós-Graduando no MBA em Gestão de Facilities pela Faculdade de Tecnologia SENAI 'Anchieta". E-mail: kykomsi@hotmail.com.
[2] Mestre em Ciências da Energia pela Universidade de São Paulo (USP) e Graduado em Engenharia Eletrônica pela Universidade São Judas Tadeu de SP (USJT). E-mail: jose.gil@sp.senai.br.
[3] Mestre em Automação pela Universidade de Taubaté (UNITAU) e Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade São Judas Tadeu (USJT). E-mail: mafelizola@sp.senai.br

problemas das áreas de manutenção das organizações, como falta de gerenciamento dos custos, documentos legais, controle das manutenções, rápido suporte preventivo ou corretivo com suporte técnico adequado, trazendo resultados significativos para o negócio. A experiência acumulada pela manutenção na gestão de ativos a credencia para produzir especificações de ativos mais amigáveis de serem mantidos, durante o processo de exploração dos serviços; com maior produtividade de sua equipe e menores custos de manutenção. (ANDRADE. ANTONIO, 2014. 120).

Este artigo aborda a Manutenção Volante como uma modalidade de manutenção móvel que visa atender clientes que não necessariamente não necessitam de equipes ou equipamentos fixos em suas instalações, devido à baixa complexidade técnica ou operacional, nem sempre é viável a alocação de mão-de-obra fixa que implica em maiores custos e, em alguns casos, níveis de ociosidade elevados da equipe de manutenção. O planejamento estratégico é que define qual o melhor tipo de modalidade a ser adotado.

Este tipo de manutenção gera mais eficiência, pois: com a manutenção volante uma mesma equipe pode gerenciar a manutenção em várias unidades distantes entre si, tendo o seu tempo otimizado com o trabalho constante atrelado a uma logística das equipes bem definida, evita a ociosidade causada pelos deslocamentos e garante a eficiência do processo atendendo todas as unidades de forma programada e otimizada.

2. MANUTENÇÃO EM CONTRATO VOLANTE DE CLIMATIZAÇÃO E REFRIGERAÇÃO

A busca por eficiência com maior agilidade no atendimento e redução de custos nos processos de manutenção, requer um modelo de contrato de manutenção corretiva ou preventiva volante em climatização e refrigeração que pode sanar inúmeros problemas das áreas de manutenção das organizações, como falta de gerenciamento dos custos, documentos legais, controle das manutenções, rápido suporte preventivo ou corretivo com suporte técnico adequado, trazendo resultados significativos para o negócio.

Os serviços volantes são voltados, principalmente, para clientes que não necessitam de uma equipe fixa na unidade de trabalho tendo como foco as empresas que

necessitam de serviços regulares de manutenção, tanto em quantidade como em capilaridade.

O nível de complexidade técnica somado ao tempo de resposta para resolução dos problemas requer um gerenciamento e controle dos equipamentos e peças assim como a qualificação dos profissionais que atuam no setor.

A seguir, os principais benefícios da manutenção de contrato volante.

Baixo custo: Devido à pulverização dos pontos focais de usuários clientes e devido à baixa complexidade técnica ou operacional, nem sempre a alocação de mão de obra fixa implica em maiores custos e, em alguns casos, níveis de ociosidade elevados da equipe de manutenção podem ser diluídos no compartilhamento entre outros clientes, ganhando tempo e eficácia no atendimento, principalmente em clientes que possuam características de manutenção semelhantes.

Maior eficiência: Com a manutenção volante uma mesma equipe pode gerenciar a manutenção em várias unidades distantes entre si, tendo o seu tempo customizado com o trabalho constante. Uma logística das equipes bem definida evita a ociosidade causada pelos deslocamentos e garante a eficiência do processo atendendo todas as unidades de forma programada e otimizada.

Redução do tempo de manutenção: Manutenções realizadas no local do atendimento, agilizam o suporte, pois não requerem o deslocamento dos equipamentos, considerando a remoção e entrega do equipamento, somado ao tempo de reinstalação do mesmo pela equipe de suporte, diminuindo o tempo de espera dos clientes, diminuindo o controle de remoção e otimizando o tempo das equipes de suporte. (INNOV RIO SERVIÇOS).

3.1 Infraestrutura para Implantação de um Contrato Volante de Manutenção

Utilização de veículo móvel de oficina volante de alta performance customizado o qual deve conter equipamentos específicos, EPI’s para a área e ferramental adequado para atendimento técnico assim como armários e gavetas especiais para as ferramentas e peças utilizadas em campo para atendendo as necessidades técnicas de atendimento às clientes no segmento de Refrigeração.

Entre as vantagens deste tipo de contrato, estão redução de custos gerais de manutenção para as unidades atendidas e aplicação de engenharia no desenvolvimento de soluções.

3.2 Estrutura de Equipe para Manutenção

O número de funcionários varia de acordo com o tamanho do empreendimento. Para uma estrutura de manutenção de ar condicionado, sugere-se: Gerente, Atendente e Técnico em ar condicionado.

3.3 NR-12: Segurança e Máquinas

A NR-12 é um regulamento que estabelece requisitos mínimos para o trabalho seguro em máquinas e equipamentos abrangendo desde o projeto até o descarte das máquinas e as diversas interações com os trabalhadores em todas as fases de utilização. A Norma define as referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores que lidam com máquinas e equipamentos.

3.4 Sistemas Informatizado para Manutenção

Um sistema ERP (Enterprise Resource Planning) recomendado para utilização neste cenário é o SAP PM (Gestão de Manutenção), que apoia o planejamento o processamento e a execução de tarefas de manutenção. É um sistema integrado de gestão específico para apoiar o planeamento e a execução de tarefas relacionadas com a Manutenção. Permite o agendamento das intervenções a realizar, manutenções preventivas ou corretivas, o controlo de avarias ocorridas, todo o registo do processo de reacondicionamento de equipamentos e gestão de frotas (EXAME. ABRIL, 2015).

3.5 Confiabilidade na Manutenção

De acordo com a norma brasileira NBR-5462/1994 (Confiabilidade e Mantenabilidade), confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar uma função específica, sob condições e intervalo de tempo pré-determinados. Deve-se considerar no processo de manutenção centrada na confiabilidade os conceitos básicos de confiabilidade tais como:

- Seleção do sistema;
- Definição das funções e padrões de desempenho;
- Determinação das falhas funcionais e de padrões de desempenho;
- Análise dos modos e efeitos das falhas;
- Histórico de manutenção e revisão da documentação técnica;

• Determinação de ações de manutenção – política, tarefas, frequência.

3.6 Qualidade na Manutenção

A Gestão pela Qualidade Total ou Total Quality Management (TQM) assume papel importante no processo de gestão dos mais diversos ramos de atividades, inclusive da manutenção. Segundo KARDEC & NASCIF (2009, p.163), de modo geral, a TQM busca melhoria contínua dos processos e zero defeito, de maneira a obter a satisfação do cliente e aumentar a competitividade empresarial.

Para a gestão de manutenção em contrato volante de climatização e refrigeração, esta deve ser baseada em itens de controle definidos pela gerência (disponibilidade, custos, confiabilidade, etc.), com análise crítica periódica:

3.7 Plano de Manutenção, operação e Controle - PMOC

O Ministério da Saúde possui uma portaria que determina que todo estabelecimento que possua sistema de climatização deve fazer a correta manutenção dos aparelhos.

O PMOC (Plano de Manutenção Operação e Controle) é uma exigência da portaria 3.523 do Ministério da Saúde de 28/08/1998 e da Resolução nº 9 da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) de 16/01/2003. O mercado oferece soluções online como ferramenta de apoio no campo para as empresas de instalação e reparo na área de climatização onde as manutenções corretivas e instalações são controladas diretamente pela ferramenta.

3.8 Da Prática da Manutenção

As práticas de manutenção devem ser aplicadas em conjunto com as recomendações de manutenção mecânica da NBR 13.971 – Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de Ar e Ventilação – Manutenção Programada da ABNT, assim como aos edifícios da Administração Pública Federal o disposto no capítulo Práticas de Manutenção, Anexo 3, itens 2.6.3 e 2.6.4 da Portaria nº 2296/97, de 23 de julho de 1997, Práticas de Projeto, Construção e Manutenção dos Edifícios Públicos Federais, do Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado – MARE. O somatório das práticas de manutenção para garantia do ar e manutenção programada visando o bom funcionamento e desempenho térmico dos sistemas permitirá o correto controle dos ajustes das variáveis de manutenção e controle dos poluentes dos ambientes.

3.9 Periodicidade da Manutenção

O critério recomendado pela Resolução da Anvisa RE 9/03 é o de realizar medidas ambientais a cada 6 meses, porém a Portaria MS nº 3.523/98 recomenda que a verificação do estado de manutenção seja feita pelo responsável técnico que deve também determinar a periodicidade da inspeção e limpeza através do PMOC.

3.10 Modelo de Gestão

Diversas metodologias e ferramentas podem ser utilizadas para realizar a gestão do negócio, desde a implementação do projeto como também o controle e gestão das equipes atuantes. O dinamismo e controles visuais ajudam a gestão no decorrer de todo ciclo do projeto até a manutenção de rotina do negócio. Sugerem-se as ferramentas de Qualidade para utilização no negócio em manutenção de contrato volante de climatização e refrigeração bem como a criação de Indicadores e a os Relatórios Gerenciais facilitam bastante a visualização e o melhor direcionamento dos atos de Manutenção.

3.11 Contrato de Manutenção

A relação contratual tem como objetivo estabelecer normas jurídicas, técnicas, econômicas e financeiras visando, a um só tempo, ao bem individual e coletivo, que somente poderá ser atingido com uma visão compartilhada dos direitos e obrigações às diversas espécies de transação. Os principais objetivos do contrato de serviços são:

- Definir a forma da prestação de um serviço;
- Assegurar a qualidade do serviço;
- Manter a ênfase no resultado;
- Tornar mensurável a performance do serviço;
- Partilha de riscos entre o cliente e o fornecedor;
- Controle na estratégia da implementação do serviço;
- Tornar claro todas as tarefas e responsabilidades de ambas as partes.

3.12 Aspectos Jurídicos e Legais da Terceirização de Contratos

Terceirização é o processo pelo qual uma empresa contrata terceiros, que não pertençam ao seu quadro de funcionários, para melhor atingir seus objetivos.

Pelo processo de terceirização procura-se reduzir não só os custos com mão-de-obra própria (salários e encargos sociais), mas também obter economia com custos fixos, operacionais e de consumo dentro da empresa.

Entre as formas de terceirização temos a *Out-sourcing*, é uma forma de terceirização onde um ou vários setores de uma empresa são terceirizados com apenas uma empresa e *Multisourcing***,** e a forma de transferência de um ou mais setores entre várias empresas terceirizadas. (RB GARCIA - 2006).

3.13 Vantagens de um Contrato de Manutenção Terceirizado

Segundo dados da Confederação Nacional das Indústrias (2014), apontam, que há uma participação de 56,3% das empresas que terceirizam montagem e/ou manutenção de equipamentos no Brasil e a redução de custos, representa por mais de 50% das empresas que terceirizaram a manutenção no Brasil.

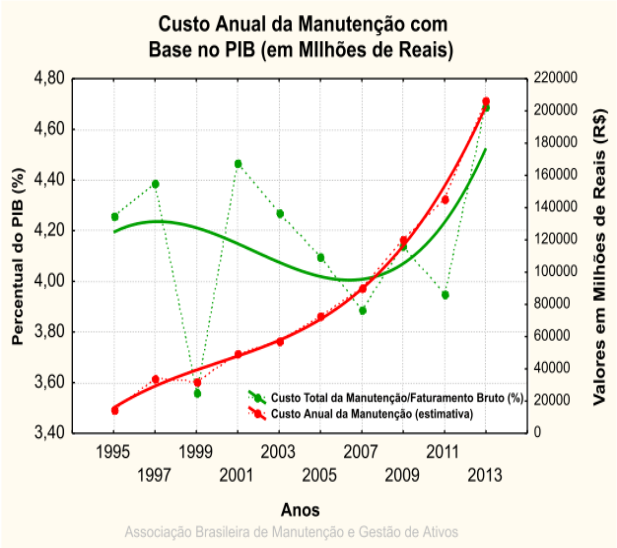
Segundo a ABRAMAN, dados do documento nacional de 2017, a manutenção corresponde em média a 4% do faturamento total bruto da empresa, em 2013 esse valor era de 4,69% do custo total bruto, ou melhor, aproximadamente R$ 215 milhões de reais.

Tabela 1 – Custo total da manutenção por faturamento

Ano	Custo Total da Manutenção / Faturamento Bruto
2013	4,69 %
2011	3,95 %
2009	4,14 %
2007	3,89 %
2005	4,10 %
2003	4,27 %
2001	4,47 %
1999	3,56 %
1997	4,39 %
1995	4,26 %

Fonte: ABRAMAN, 2013

Gráfico 1 – Custo anual com base no PIB por faturamento



Fonte: ABRAMAN, 2013

O documento mostra que o setor de serviço tem um custo com pessoal contratado e menor, onde, o pessoal próprio atinge 49% do valor total da manutenção, o pessoal contratado tem um custo de 28%, uma diferença de 21% de valor de custo com pessoal de manutenção.

Tabela 2 – Custo da manutenção

Documento Nacional 2017

Custos de Manutenção

Setores	Custo Manutenção / Faturamento (%)	Custo Manutenção / Valor Imobilizado (%)	Custo Relativo Pessoal Próprio (%)	Custo Relativo Material (%)	Custo Relativo a Contratação (%)	Outros Custos Relativos (%)
Açúcar e Álcool, Alimentos e Bebidas	4%	6%	40%	40%	20%	0%
Aeronáutico e Automotivo	3%	13%	54%	32%	15%	0%
Eletroeletrônicos - Energia Elétrica	7%	6%	44%	29%	27%	4%
Químico e Sanemento	5%	5%	46%	38%	16%	0%
Mineração e Siderúrgico	5%	10%	50%	37%	14%	0%
Petróleo e Petroquímico	4%	15%	41%	31%	28%	0%
Papel e Celulose e Plástico	3%	8%	39%	49%	12%	6%
Predial e Prestação de Serviços (EQ e MO)	4%	4%	49%	23%	28%	2%
Máquinas e Equipamentos - Metalúrgico	3%	1%	51%	37%	12%	3%
Média Geral	4%	7%	46%	35%	19%	2%

Fonte: ABRAMAN, 2017.

Dados do documento nacional da ABRAMAN aponta que em 2013, o conceito muito bom e bom somam 59,19% de qualidade positiva.

Tabela 3 – Conceito dos serviços contratados

Ano	Conceito dos Serviços Contratados (% de Empresas)					
	Excelente	Muito Bom	Bom	Regular	Deficiente	Insuficiente
2013	0,68	16,33	42,86	31,29	8,84	0,00
2011	2,84	19,86	52,48	20,57	4,26	0,00
2009	1,63	18,70	55,28	21,14	3,25	0,00
2007	0,63	13,21	61,01	22,64	2,51	0,00
2005	0,86	18,10	56,04	22,41	1,73	0,86
2003	0,79	15,75	56,69	24,41	2,36	0,00
2001	0,70	12,68	57,75	25,35	3,52	0,00
1999	0,00	14,16	58,41	23,89	3,54	0,00
1997	0,87	8,70	45,22	40,87	4,35	0,00
1995	3,13	8,33	48,44	33,85	5,21	1,04

Fonte: ABRAMAN, 2013.

Se falarem que a qualificação do pessoal de manutenção está inferior pode-se considerar um *fake News.* O pessoal de nível superior cresceu 18,24% em relação a quatro anos. O pessoal de nível médio e ainda melhor, somam 43,52% de diferença em relação a 2013.

Tabela 4 – Qualificação do pessoal de manutenção

Ano	Qualificação do Pessoal de Manutenção (%)				
	Nível Superior	Técnico Nív. Méd.	MOB Qualif.	MOB Não Qualif.	Não Classif.
2013	6,76	15,48	39,85	7,21	30,70
2011	8,76	17,00	40,79	7,56	25,89
2009	8,36	16,94	38,88	8,34	27,48
2007	8,70	18,25	40,46	6,72	25,87
2005	7,06	16,07	36,05	7,91	32,91
2003	7,20	14,85	40,62	4,94	32,39
2001	7,64	14,81	38,72	7,63	31,20
1999	7,08	13,35	38,06	6,77	34,74
1997	6,18	14,78	40,63	8,07	30,34
1995	6,65	13,52	17,15	8,81	53,87

Fonte: ABRAMAN, 2013

Tabela 5 – Qualificação do pessoal de manutenção - 2017



Recursos Humanos na Manutenção – Qualificação

Setores	Nível superior (%)	Nível médio (%)	Pessoal Qualificado (%)	Pessoal Não Qualificado (%)	Supervisores / Supervisionados (%)	Turnover (%)
Açúcar e Álcool, Alimentos e Bebidas	23%	54%	18%	5%	12%	8%
Aeronáutico e Automotivo	16%	61%	18%	4%	8%	2%
Eletroeletrônicos - Energia Elétrica	29%	48%	22%	1%	17%	3%
Químico e Saneamento	47%	53%	0%	0%	8%	3%
Mineração e Siderúrgico	7%	87%	6%	0%	15%	3%
Petróleo e Petroquímico	26%	69%	3%	3%	16%	4%
Papel e Celulose e Plástico	22%	60%	11%	7%	13%	8%
Predial e Prestação de Serviços (EQ e MO)	27%	45%	22%	6%	15%	3%
Máquinas e Equipamentos - Metalúrgico	24%	50%	19%	7%	8%	3%
Média Geral	25%	59%	13%	4%	12%	4%

Fonte: ABRAMAN, 2017.

Percebe-se que terceirização não ocorre somente em atividades de apoio, mas também em atividades diretamente relacionadas ao negócio. Dos quatro principais serviços terceirizados, três são ligados à estratégia produtiva da empresa (montagem e manutenção de equipamentos, logística e consultoria técnica) enquanto apenas uma é uma atividade normalmente de apoio (segurança). Caso não fosse possível utilizar serviços terceirizados, mais da metade das empresas que terceirizam seriam afetadas negativamente.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Empresas de qualquer tamanho devem possuir uma boa gestão sobre seus ativos, e a função manutenção deve ser encarada como estratégica dentro da organização, e que pode e deve ser usada na redução dos custos totais do processo de produção como investimento, e não como gasto adicional.

As técnicas e processos de manutenção vêm se tornando mais frequentes e evoluindo de forma constante, para oferecer alternativas inovadoras em prol da máxima eficiência dos equipamentos, maior confiabilidade nos serviços prestados e nível de qualidade desejado. Dentro desse contexto, é necessário que se procure a maior eficiência do sistema produtivo e da busca da diminuição de desperdícios.

Por todos esses aspectos apresentados, conclui-se que um contrato de manutenção volante pode aumentar sua eficiência global, eliminar as perdas dos equipamentos, maximizar os resultados, aumentar a produtividade, melhorar a qualidade, eficiência e confiabilidade dos processos, capacitando pessoas para atingir zero falhas, zero defeitos e zero acidentes. Os processos tornam-se mais exigentes e rigorosos, não admitindo falhas ou problemas por falta de confiabilidade, o que embasa cada vez mais que a manutenção tornou-se altamente importante para o negócio, haja vista que há a possibilidade de se tornar um diferencial em um mercado consumidor altamente competitivo.

REFERÊNCIAS

ABIMAQ - **SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS.** ABRAMAN. Página eletrônica: <http://www.abraman.org.br/>. Acesso em: 11 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: 5462/1994**: Confiabilidade e Mantenabilidade.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: 13971/97**: Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de Ar e Ventilação – Manutenção Programada.

ANVISA. **Ar Condicionado – Regras**. Disponível em: < http://portal.anvisa.gov.br/informacoes-tecnicas13/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/ar-condicionado-regras/219201/pop_up?_101_INSTANCE_FXrpx9qY7FbU_viewMode=print&_101_INSTANCE_FXrpx9qY7FbU_languageId=pt_BR > Acesso em: 12 jan. 2017.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro;** Trad. Gustavo Kanninberg. Porto Alegre: Artes Médicas, 1991.

BRASIL ENGENHARIA. **A manutenção no século 21**. Disponível em:<http://www.brasilengenharia.com/portal/images/stories/revistas/edicao620/620_manutencao.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2016.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Sondagem Especial** Terceirização. Disponível em: <http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2014/08/13/6746/.pdf>. Acesso em: 28 de mai. 2017.

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384 p.

MANUTENÇÃO VOLANTE PREDIAL - Innov Rio.
Disponível em: https://www.innovrioservicos.com/manutencaovolante. Acesso em: 05 mar. 2018

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Aquino Nascif. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. xvi, 361 p.

5 VANTAGENS DE SE USAR UM SISTEMA ERP NA SUA EMPRESA - EXAME. O sistema de gestão ERP. Disponível em: https://exame.abril.com.br/.../5-vantagens-de-se-usar-um-sistema-erp-na-sua-empresa-...

UNIVERSICADE FEDERAL DE UBERLANDIA- **O impacto dos custos de mão-de-obra nas organizações**
Disponível em: https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/11947/1/RBGarciaDISSPRT.pdfde RB Garcia - 2006

SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e Gerência da Manutenção – Planejamento, Programação e Controle da Manutenção**. 3ª Ed, revisada. São Paulo: All Print, 2009.
TAVARES, Lourival A. Administração Moderna da Manutenção, Rio de Janeiro, Novo Pólo Publicações e Assessoria Ltda, 1999.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM, planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008.

O MERCADO GRÁFICO EM DISRUPÇÃO

Sandra Almeida Silva[1]

RESUMO

Este artigo tem como objetivo explorar as novas configurações do mercado gráfico diante das inovações tecnológicas ocorridas no segmento, bem como entendermos quais tecnologias, processos e ferramentas se encaixam melhor aos novos modelos de negócios que se apresentam para a indústria gráfica. Outro aspecto a ser considerado é sobre a importância da compreensão do conceito de Inovação Disruptiva como base para a implementação de novos produtos e possibilidades que o segmento oferece; e ao mesmo tempo quais os desafios virão para indústria gráfica neste novo paradigma. E por último, pretende-se ampliar as discussões sobre vantagem competitiva sustentável, que cada vez se torna mais difícil de ser conquistada diante da velocidade de evolução de alguns segmentos na indústria.

Palavras-chave: Inovação Disruptiva. Indústria Gráfica. Novas Tecnologias

1. INTRODUÇÃO

Este artigo propõe a discussão sobre os desafios das empresas e da indústria no segmento gráfico diante de mercados que sofrem transformações. Desta forma, e se tornam cada vez mais competitivos e, portanto, dependentes das novas tecnologias e, por conseguinte, sofrem o impacto da disrupção em seus negócios.

O estudo apresenta a origem do conceito de Inovação Disruptiva e sua significância para a segmento de comunicação gráfica, bem como os desafios das empresas diante dos novos modelos de negócios. Propõe uma reflexão sobre o desenvolvimento do mercado gráfico face às novas tendências e necessidades de

[1] Mestre em Administração de Empresas na Universidade Presbiteriana Mackenzie, bolsista da Capes, mod.2. Pós-graduada em Negócios Internacionais- Finanças Corporativas, graduada em Letras -Tradução Interprete, consultora e pesquisadora na área de educação e finanças comportamentais. Atualmente docente nos cursos de graduação e pós-graduação na Faculdade SENAI de Tecnologia Gráfica. E-mail: sandra.almeida@sp.senai.br

adaptarem seus antigos modelos de negócios para os novos modelos de negócios que modificam e afetam suas rotinas e processos de maneira permanente. É necessário a fim de elucidar os desafios vindouros desse mercado. É uma tarefa bastante robusta, haja vista ser um segmento multivariado e diversificado. Sua configuração diversificada abrange desde microempresas que fornecem serviços gráficos de impressão, até as grandes empresas que possuem processos produtivos tipicamente industriais.

Devido a esta peculiar característica, este segmento utiliza uma gama variada de materiais, insumos, máquinas e equipamentos, bem como mão de obra técnica e especializada para ofertar ao mercado uma vasta lista de produtos, por exemplo: jornais, rótulos/etiquetas, periódicos/revistas, formulários, livros, envelopes, mapas, embalagens de papel cartão, cartões postais, embalagens flexíveis, calendários, impressos de segurança, materiais de sinalização, materiais publicitários (promocionais), entre outros.

Desse modo, este artigo terá o intuito de ampliar o entendimento sobre o processo disruptivo e os novos modelos de negócios, bem como estender as discussões das instituições de ensino voltadas para a capacitação profissional do indivíduo à Indústria.

E, portanto, como resultado, acredita-se que de acordo com a literatura do assunto, a indústria gráfica, bem como partes de sua cadeia produtiva está diante de uma inovação disruptiva sem precedentes e é claro, de grandes oportunidades de novos negócios, adaptação de seus produtos e melhorias dos existentes, para que, então, possa adquirir vantagens competitivas, a fim de construir novos paradigmas em seus negócios.

2. INDÚSTRIA GRÁFICA E O MERCADO

2.1 Indústria gráfica e as novas tecnologias

A definição da situação econômica dos diversos setores dentro da indústria gráfica é uma tarefa árdua da mesma forma que a diversidade a distingue deste segmento de forma positiva, o faz também de forma desafiadora e complexa, e pôr conseguinte, aumenta as dificuldades para adaptação as novas tecnologias.

Para Ross (2016), o primordial interesse deste segmento é entender quais tecnologias, processos e produtos se encaixam melhor em seu modelo de negócios para então, implementar, adaptar seus processos produtivos, sua gestão e então estabelecer novas estratégias para suas atividades. Entretanto para podermos entender o mercado

gráfico e posterior aplicação das novas tecnologias, será necessário que saibamos que o segmento gráfico conta com aproximadamente 19.142 empresas no setor de produção gráfica empresas ativas no Brasil, divididas em micro, pequena e médio porte em 2017. E teve como maiores compradores dos seus produtos, os países latinos: 57% das exportações, e os Estados Unidos com 14%, conforme dados da Associação Brasileira da Indústria Gráfica (ABIGRAF, 2018).

Esse segmento proporciona um total de 181.100 postos de empregos aproximadamente, ou seja, emprego direto e indireto movimentando o mercado em relação à produção industrial em valores nominais, significa cerca de R$43,8 bilhões em 2015, e aproximadamente R$46,8 bilhões em 2016. (ABIGRAF, 2018). E em relação a participação no setor de produção, os segmentos de embalagens possuem 48,6% e publicações (livros, revistas manuais, e guia) 21,6%, sendo os dois mais representativos desse mercado (ABIGRAF, 2018).

Portanto observa-se que o mercado de embalagens está em expansão devido sua participação de mercado. Tal expansão se deve ao fato de que a embalagem não pode ser substituída por mídia digital e é, portanto, uma expectativa de crescimento neste segmento que unifica os múltiplos e diversificados setores e processos dentro da indústria gráfica. Esta expectativa de crescimento se deve à adaptação das empresas do setor ao processo tecnológico atual e que servirá, portanto de alicerce para a retomada do crescimento do segmento.

A introdução de diferentes tecnologias aumenta a capacidade de adaptação das empresas às novas tendências de mercado. A utilização de *QR Codes*, Realidade Aumentada, *RFID-tags* e métodos para identificação automática e captura de dados (*AIDC*) podem ser citados como exemplos. *O QR Code* é basicamente um novo código de barras em 2D, utilizado inicialmente para identificação de produtos e atualmente para diversas aplicações.

A realidade aumentada é outro exemplo das inovações deste mercado e que consiste na combinação de elementos de um ambiente real com outros elementos virtuais criados em três dimensões que se combinam em tempo real, oferecendo ao mercado produtos com valor agregado. A implementação de etiquetas RFID (identificação por radiofrequência), que utilizam campos eletromagnéticos para identificar e rastrear

automaticamente embalagens, possuem informações armazenadas eletronicamente incorporadas ao produto, como, por exemplo, a Figura 1 abaixo.

O *QR Code* foi aplicado na Revista impressa Industria 4.0. Escola SENAI Theobaldo De Nigris. Ao fazer a leitura por meio de um (*smartphone),* telefone móvel, o usuário será direcionado ao aplicativo SENAI_4_0Game de Realidade Aumentada disponibilizado pelo fornecedor na *Play Store*. O usuário deverá baixar o aplicativo, abri-lo e posicionar a câmera do telefone móvel, (*smartphone),* sobre a página da Revista (anexo A). Imediatamente, após o posicionamento da câmera focada no *QR Code,* aparecerá na tela do telefone móvel (*smartphone)* a imagem de um jogo educativo sobre a Indústria 4.0 em Realidade Aumentada. O usuário deverá, na tela do telefone móvel, (*smartphone)* arrastar as imagens referentes aos pilares da Indústria 4.0 para o ícone da indústria. Ao completar o jogo, aparecerá ainda um vídeo educativo sobre o mesmo tema.

Figura 1 – QR Code

Portanto acredita-se que as empresas investem nesse tipo de campanha para oferecer mais informações e conteúdo exclusivo aos seus clientes. Dessa forma acompanhar os movimentos disruptivos que o mercado oferece.

O AIDC (identificação automática e captura de dados) promove a integração de importantes áreas como a logística e armazenamento para a indústria gráfica. Fornece em consequência banco de dados adicionais para implementar de modo eficiente e inteligente a gestão deste segmento.

Segundo relatório da Associação Brasileira da Indústria gráfica (ABIGRAF, 2018), a expectativa para o mercado é de que a demanda interna será o principal vetor da recuperação da indústria gráfica e que estimulada pela expansão do consumo alimentará quase toda a cadeia produtiva. Ademais o mercado externo se beneficiará de um ambiente externo com forte crescimento global e, não somente no segmento de embalagens, mas

também aos demais segmentos (Produtos de Papel e atividades de impressão) devido à incorporação das novas tecnologias em seus modelos de negócios.

Para Ross (2016) não há nenhuma outra indústria na história da humanidade que tenha vivenciado tamanha mudança de paradigma pela qual a Indústria de comunicação gráfica está passando nos últimos 30 anos. O autor afirma que tais mudanças geraram um efeito caótico e transformador na indústria gráfica, uma vez que o segmento era baseado na existência de máquinas mecânicas pesadas conhecidas pelo método tradicional de impressão. Nos últimos anos vem diminuindo sua dependência física em virtude do uso da tecnologia digital, assistida por redes de computadores, incorporada a área de Design, além do desenvolvimento de sites e de aplicativos de smartphone, principalmente impulsionados pelo advento da Indústria 4.0, e a impressão 3D.

Segundo os pesquisadores da área de comunicação gráfica, a indústria gráfica em quase todo o mundo sofre profundas modificações em seu processo produtivo. A principal e mais comum delas é a tendência em oferecer cada vez mais produtos por meio de plataformas integradas e *on line*, denominadas *web-to-print*, já utilizadas no mercado. Estas plataformas consistem em oferecer produtos e serviços personalizados mais baratos uma vez que são produtos de “prateleiras” e de maneira mais eficiente e rápida.

Ainda se pode observar conforme Figura 2, um modelo representativo de plataforma *web-to-print*. Nesta plataforma, são ofertados dois produtos de “prateleira” e os clientes que a acessam podem personalizá-los com fotos pessoais. Ao final do processo, como em qualquer loja virtual, o cliente seleciona a forma de pagamento e após realizá-la, de acordo com o prazo estabelecido, ele receberá o produto em casa.



Figura 2 – Modelo representativo de plataforma *web-to-print*

O diferencial é a união da impressão digital com e-commerce incorporados ao conceito de IOT (internet das coisas). Há integração da gestão e produção para atender as demandas do cliente e do mercado.

E, portanto, este é o movimento no mercado gráfico atual, cada vez mais tecnológico procurando as adaptações necessárias em seus modelos de negócios para acompanhar os desafios que o segmento oferece.

2.2 Inovação Disruptiva

Christensen (2001) afirma que o termo Inovações Disruptivas é uma realidade para a grande parte dos mercados de produtos e serviços e principalmente aqueles em que a tecnologia está sendo incorporada como base produtiva nos negócios. Para o autor, a Disrupção é um termo que vem sendo incansavelmente discutido na sociedade ao longo dos anos e explica que a Inovação Disruptiva é um tipo de inovação, que logo no início, oferta ao mercado um produto ou serviço de menor desempenho em comparação ao que já existe. Entretanto após o estabelecimento do serviço ou produto no mercado, a inovação tende a se propagar e alterar os modelos de negócios existentes e também alterar o comportamento do consumidor.

Entretanto tal mudança no comportamento não é somente do consumidor, mas também na forma como o segmento se comporta. Por exemplo, a mudança ocorrida no mercado gráfico causada pela digitalização dos processos é a principal causa da disrupção nos modelos de negócios existentes. Segundo pesquisadores, a informação atua sobre ofertas competitivas e novas tecnologias estão disponíveis em todo o mundo. Assim, os fluxos de trabalhos tornam-se baseados em TI e, então, permite cadeias de suprimentos globais, por exemplo.

Ross (2016) adverte que para que se possa acompanhar essas mudanças, será necessário que se definam estratégias de gestão, processos, produtos e pessoas de sobrevivência nos negócios diante a mudança em curso das tecnologias analógica para digital e trazem novas oportunidades de negócios do lado da oferta em consonância com as mudanças no uso da mídia no lado da demanda. Oportunidades que permitam a produção de novos serviços e produtos, como por exemplo: personalização, customização, novos processos, como plataformas web-to-print, impressão 3D, entre outros. Afirma que em geral mudanças disruptivas nas empresas são causadas por

inovações e essas inovações permitem novos serviços e produtos. (CHRISTENSEN, 2010).

Da mesma forma, Macro (2014), no artigo em que preconiza o futuro da comunicação gráfica, menciona que a utilização das novas tecnologias associadas à vasta gama de informações disponíveis no mercado e aplicada ao cotidiano do indivíduo promove a facilidade do uso, e por consequência, consolida novos formatos de negócios. Porém Christensen (2001) salienta que a inovação também pode ocorrer por meio de melhorias aparentemente menores, nas quais tecnologias ou componentes existentes são integrados para melhorar profundamente o desempenho de produtos ou serviços existentes.

2.3 Novos Modelos de Negócios

Uma das principais provocações à Indústria Gráfica neste momento é descobrir a capacidade de se remodelar e absorver as novas estratégias e habilidades, e adaptar seus antigos modelos de negócios. Tal adaptação é necessária em resposta à mudança em curso de tecnologias de produção analógica para a digital e novas mídias. Por conseguinte para atender a demanda por meio de novos produtos na indústria gráfica.

Mas para tanto é preciso entender de modelo de negócios. É o que propõe Osterwalder, (2014) em *Business Model Generation* Inovação em Modelos de Negócios. Ele oferece uma nova definição metodológica de Modelos de Negócios os quais utilizam-se da ferramenta *Canvas* para trabalhar a essência do negócio e não o planejamento. Modelos de Negócios têm sido muito difundidos nos últimos anos como parte fundamental para adaptação às novas mudanças. Este conceito foi criado devido ao surgimento das empresas Pontocom que têm ganhado espaço nas áreas de gestão em consequência do uso das novas tecnologias.

Para Porter (1986), o conceito de novos negócios sugere um tipo diferente de competição agregado ao negócio atual. Portanto é necessário buscar a vantagem competitiva sustentável, que apesar de idealizada pelas empresas, tem estado cada vez mais difícil de ser conquistada. Obviamente considerando-se a velocidade da evolução de alguns mercados, principalmente aqueles movidos pelas novas tecnologias.

Dessa forma, percebe-se a necessidade de novos modelos de negócios na indústria gráfica a fim de possibilitar o atendimento às novas demandas do setor, garantia de

desenvolvimento e expansão do segmento, bem como, agilidade e capacidade de lidar com os processos de adaptação advindos do uso da produção analógica para a digital.

De acordo com os estudos sobre o assunto percebe-se que o mercado oferece novas oportunidades de negócios do lado da oferta, em combinação com as mudanças no uso da mídia, e do lado da demanda, clientes e consumidores propostos a mudança de comportamentos. Tais mudanças ocorrem em detrimento do movimento de digitalização dos processos de mídia que vem acontecendo desde 1990. Obviamente em consequência do desenvolvimento da Internet que individualizou os meios de comunicação tradicionais para mídias interativas, uso massivo da internet móvel e mais recentemente, as redes sociais.

Ross (2016) confirma que os novos modelos de negócios na indústria gráfica deverão obedecer às demandas já exigidas pelo mercado, como por exemplo: impressão digital para personalização sob demanda de tamanhos e quantidades de acordo com as necessidades do cliente, equalizar escala e qualidade, automatização dos processos de impressão, e por fim agregar valor ao negócio do cliente partilhando de forma integrada a base produtiva do lado da oferta e da demanda.

Consequentemente as estratégias para melhoria no formato dos modelos de negócios atualmente no segmento gráfico podem ser desenvolvidas desde que seja possível a compreensão por parte das indústrias e empresas sobre esse movimento disruptivo. Predisposição para atender a novos modelos de negócios que incluam como premissa o desenvolvimento de produtos atrelados a serviços, por exemplo, desenvolvimentos de softwares que integram a base produtiva e gerencial. Tais modelos de negócios serão imprescindíveis para a sustentabilidade do segmento a fim de proporcionar agilidade, fluidez e baixo custo administrativos para as empresas.

E conforme Porter (1986), oferecer rapidez na tomada de decisão, e ao mesmo tempo se proteger das diversas ameaças que os mercados disruptivos oferecem, principalmente, em relação a produtos de substituição, por exemplo, mídia digital como e-books, integração entre marca e editoras, entre outros.

2.4 A Educação na área de Comunicação Gráfica

Macro (2014) menciona que diante das transformações da Indústria Gráfica, os currículos das instituições educacionais devem responder prontamente às necessidades

do mercado. O autor informa que já existe um movimento de alteração dos currículos de produção gráfica desde 2010, principalmente nas universidades americanas, em atendimento às novas premissas requeridas pelo mercado e indústria de comunicação gráfica.

Algumas universidades americanas e europeias já estão incluindo em suas bases curriculares disciplinas que atendam a demanda por novas tecnologias, como por exemplo, a integração da Internet das Coisas(IOT), Cross- mídia, Web Design e Criatividade formando um novo escopo de cursos unindo também a publicidade ao segmento gráfico. Esse movimento nas universidades é em decorrência da ampla utilização de canais de web interativo, a aplicação de mídia em telefones móveis, gráficos 3D, games e animação. Essa ação, segundo pesquisadores, é essencialmente uma reação ao atendimento da demanda da nova geração (Geração Z), jovens nascidos no fim da década de 1990 até 2010.

É certo que a tecnologia continuará a ser um elemento básico na vida desses jovens, bem como em toda a sociedade à medida que avança em modos mais profundos de criatividade, comunidade e colaboração. Entretanto o que mudará significativamente nos próximos dez anos, será a área da educação. Os professores deverão deixar de ser apenas professores didáticos para se tornarem mentores colaborativos que fornecerão experiências para a aprendizagem mais pragmática e comprometida com a realidade do mercado de trabalho (MACRO, 2012).

Desse modo, como visto no desenvolvimento e expansão no mercado de embalagens e a título de exemplo, a tecnologia aplicada a área industrial poderá facilmente compartilhar espaços em laboratório, integrar linhas de produção e programação com as áreas de criatividade e de comunicação. União entre técnico, criativo e gestão, beneficiando a interdisciplinaridade dos cursos. Atender às necessidades de qualificação dos profissionais da área em consequência ás transformações ocorridas nos últimos anos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como principal argumento ampliar as discussões sobre os desafios que o segmento de comunicação gráfica no Brasil enfrenta diante da eliminação da dependência exclusiva da tecnologia de impressão tradicional. A expansão a outros

mercados, bem como a inclusão das novas tecnologias aos produtos e serviços existentes ou não, em consequência do movimento disruptivo que ocorre na indústria gráfica nos últimos anos. Para cumprimento deste objetivo, discutiu-se o uso das novas tecnologias adicionadas aos novos modelos de negócios e estratégias a fim de fortalecer a competitividade do setor diante das recentes transformações na esfera tecnológica de produção analógica para a digital, a qual trouxe novas oportunidades de negócios tanto do lado da oferta quanto da demanda. E como resultado, almeja-se que tais considerações fortaleçam as discussões entre as empresas e indústrias do segmento para adequarem seus modelos de negócios agregando valor à cadeia produtiva do cliente e aproveitarem as oportunidades que o segmento oferece.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDUSTRIA GRAFICA**. Números da Indústria Gráfica.** Departamento de Estudos Econômicos – Decon/Abigraf. 2018

CHRISTENSEN, C. **O dilema da inovação**. São Paulo: Makron Books, 2001.

GRAFICA 4.0. **Web-to-print. Escola Senai Theobaldo De Nigris**, São Paulo, 2018. Disponível em < http://grafica40.print-one.com.br/loja/home/>. Acesso em 24.jun.2018

INDUSTRIA 4.0. **Revista Escola Senai Theobaldo De Nigris**, São Paulo, v.1, 2018.

MACRO. Kenneth L. **Printing on the Starship Enterprise: The Future of Graphic Communication Education in the USA.** International Circular of Graphic Education and Research, No. 7, 2014. Disponível em: < // https://kenmacro.weebly.com/publications.html>. Acesso em: 24. jun. 2018.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business Model Generation - inovação em modelos de negócios: um manual para visionários, inovadores e revolucionários**. Alta Books, 2011.

PORTER, Michael E. **Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústria e da concorrência**. 7 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1986.

ROOS, Alexander. **Business Models and Strategy finding for the Printing Industries**. International Circular of Graphic Education and Research, No. 9, 2016. Disponível em < https://www.internationalcircle.net/international_circle/circular/issues/16_01/ICJ_09_2016_>.Acesso em: 24. jun. 2018.

ANEXO A – Revista Indústria 4.0 – Plataforma *web-to-print*



MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Dionizio Camargo Junior[1]
Elias Felipe de Carvalho - Orientador[2]
Marcos Antônio Felizola - Coorientador[3]

RESUMO

Neste trabalho, é apresentado o conceito de monitoramento do consumo de energia elétrica, a partir de alguns modelos existentes no mercado. O monitoramento do consumo de energia elétrica tem como objetivo principal, mas não isolado, o conhecimento da quantidade de energia elétrica consumida por um determinado edifício, ambiente ou equipamento, bem como da escalada horária deste consumo para, então, possibilitar ao gerador e, principalmente, ao tomador de energia elétrica o uso mais eficiente deste produto, relativamente escasso e, por consequência, caro. A energia elétrica está presente em quase todos os processos industriais e comerciais ao redor do mundo, sendo um insumo intangível fundamental para o desenvolvimento de uma comunidade, cidade, estado ou nação. Ao reconhecer tal importância, a sociedade, cada vez mais conectada e ciente das dificuldades crescentes de se gerar energia elétrica, busca, além de outras matrizes, formas de economizar energia elétrica e otimizar seu consumo. Ao conhecer em detalhes o consumo de energia elétrica, isto é, identificar para onde e quando está indo a energia elétrica consumida, o usuário tem melhores condições de gerir suas atividades para consumir e gastar menos. Conhecer o comportamento da energia elétrica que entra no sistema elétrico de um edifício e é distribuída para os circuitos que, quando acionados, alimentarão equipamentos eletroeletrônicos diversos, é perfeitamente possível fazendo uso de tecnologias de

[1] MBA em Gestão de Facilities - Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta - São Paulo–SP. Email: junior_dio@hotmail.com
[2] Mestre em Sistemas Elétricos de Potência pela Universidade Federal de Uberlândia e Bacharel em Física pela Universidade de São Paulo. E-mail: elias.carvalho@sp.senai.br
[3] Mestre em Automação pela Universidade de Taubaté (UNITAU) e Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade São Judas Tadeu (USJT). E-mail: mafelizola@sp.senai.br

monitoramento, acompanhadas de análises e gestão, algo também a ser abordado.

Palavras-chave: Monitoramento. Consumo. Energia elétrica. Eficiente. Economizar.

1. INTRODUÇÃO

Ainda nos tempos de hoje, mesmo com todo avanço tecnológico, a distribuição de energia elétrica no mundo é desigual e em 2007 isso significava que um terço da população mundial era carente de energia elétrica, ou seja, dois bilhões de pessoas não tinham energia elétrica sequer para ligar uma lâmpada. Neste mesmo ano, somente os Estados Unidos consumiam um quarto de toda a energia elétrica produzida no mundo (CAPELLI, 2007).

As matrizes energéticas, isto é, as fontes de energia elétrica, também são diferentes ao redor do mundo e estão diretamente ligadas às condições geográficas de cada país. No Brasil, por exemplo, em 2015 cerca de 73% da energia elétrica era proveniente de hidrelétricas, tendo em conta que o país abriga o maior volume de água doce do planeta (ANEEL, 2015). Neste contexto, é possível afirmar que a produção energética do Brasil é dependente da disponibilidade de água dos rios e reservatórios e que longos períodos sem chuva pode comprometer todo o sistema que passa então a depender de outras matrizes energéticas tais como as usinas termelétricas, cujos os custos são elevadíssimos.

Somado a isso, há também o fator da demanda de energia, aumentada pelo desenvolvimento social e econômico, ou seja, produção e economia em alta resulta em extrapolação da capacidade produtiva hídrica que, obrigatoriamente, terá de ser complementada por outra matriz, de modo a atender os consumidores que certamente pagarão mais caro por essa energia.

Em tempo, a ineficiência dos consumidores no uso da energia elétrica, seja por desconhecimento ou negligência operacional é outro fator de grande relevância no que tange o inflacionamento do custo de energia elétrica de uma residência e, principalmente, em um edifício ou planta comercial.

Portanto, para eliminar ou reduzir os efeitos desses fatores, é necessário diminuir o uso de energia elétrica ou, minimamente, racionalizá-lo. Para tanto, é essencial conhecer o consumo de energia elétrica e responder questões como: Qual o gasto individual de cada equipamento? Como o consumo está distribuído no tempo? Qual o horário de maior

consumo?

A idealização do trabalho é demonstrar de que maneira um sistema de monitoramento do consumo de energia elétrica pode colaborar para a dissolução de tais questionamentos e, fundamentalmente, contribuir para o uso mais eficiente da energia elétrica e, consequentemente, resultar em economia financeira e cooperação com o meio ambiente, sempre ressaltando a importância indissolúvel da participação dos usuários no processo de análise, planejamento e operação.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho é a pesquisa teórica, concentrando-se em dois modelos de sistema de monitoramento de energia existentes no mercado brasileiro e, em parte, na experimentação prática decorrente da participação em implantações reais.

3. DESENVOLVIMENTO

No dia 9 de janeiro de 2015, a Firjan (Federação das Indústrias do Rio de Janeiro) divulgou um ranking que media o custo da energia para a indústria no Brasil e o que se viu foi que o custo desse insumo no país era de 402,26 reais por MW-h. Comparado à outros países analisados na ocasião, à frente do Brasil só estavam a Índia, que encabeçava a lista com o custo de energia elétrica mais alto (596,96 reais por MW-h), Itália (536,14 reais), Singapura (459,38 reais), Colômbia (414,10 reais) e República Tcheca (408,91 reais). O valor apurado para o Brasil era 46% superior à média internacional, de 275,74 por MW-h, e naquela data o elevava ao 6º lugar no ranking, 6 posições a mais que em 2014, quando o país ocupava a 11ª posição (VEJA, 2017).

De acordo com a FIRJAN (2017, p.1), “A competitividade da indústria nacional tem grande correlação com a qualidade e custo dos seus principais insumos. Dentre eles, destaca-se a energia elétrica, principal energético utilizado por 79%1 das empresas e podendo representar mais de 40% de seus custos de produção”. São dados que mostram o quanto ser eficiente, buscando meios para economizar energia, é fundamental e indispensável para

manutenção e garantia de competitividade comercial.

A implantação de um sistema de monitoramento do consumo de energia elétrica não é uma coisa corriqueira, que se faz todos os dias, não se trata de um processo produtivo ou administrativo que resultará em algo padrão. Logo, a reunião das atividades que envolvem este evento, desde sua idealização até o primeiro kWh medido, é um projeto e como tal deve ser conduzido.

> Mais especificamente, o que é um projeto? É um conjunto de atividades temporárias, realizadas em grupo, destinadas a produzir um produto, serviço ou resultado únicos. Um projeto é temporário no sentido de que tem um início e fim definidos no tempo, e, por isso, um escopo e recursos definidos. E um projeto é único no sentido de que não se trata de uma operação de rotina, mas um conjunto específico de operações destinadas a atingir um objetivo em particular (PMI, 2017).

Assumida como um projeto, a implantação de um sistema de monitoramento do consumo de energia elétrica, então, deverá seguir um processo de gerenciamento de projetos que, como premissa, obedecerá ao ciclo de vida de um projeto, ou seja, Iniciação, Planejamento, Controle, Execução e Finalização, bem como observará as dez áreas do conhecimento, divididas em Integração, Escopo, Tempo, Custos, Qualidade, Recursos Humanos, Comunicações, Riscos, Aquisições e Partes Interessadas. A boa coordenação de todas essas áreas é fundamental para o atingimento do objeto inicialmente planejado.

Iniciando o projeto, ao definir o escopo, há o alinhamento das necessidades que, neste caso, resume-se a poder monitorar o consumo de energia elétrica, geral e de cada sistema ou equipamento, através de um sistema de monitoramento dotado de *hardware* e *software*. Isso para que seja possível melhor gerir a energia elétrica gasta e, de forma eficiente, fazer disso um elemento estratégico para a empresa, que poderá redirecionar seus investimentos, além de contribuir para o meio ambiente e, por consequência, a sociedade de maneira geral.

A definição de um prazo para início do monitoramento é fundamental para o correto planejamento e alocação dos recursos, sejam eles materiais, financeiros e principalmente humanos. Como primeiro passo, define-se quais os sistemas e equipamentos serão monitorados, tais como: iluminação interna, iluminação externa, ar condicionado, elétrica de

tomadas, ambiente específico, etc. A partir daí, inicia-se a busca pela melhor solução, observando as características físicas das instalações elétricas do edifício, haja vista que a disposição de painéis elétricos e distribuição de circuitos afetarão a quantidade de dispositivos a serem instalados, tempo e pessoal necessário para execução dos serviços de instalação e, consequentemente, os custos envolvidos.

É fato, hoje existe uma infinidade de empresas com expertise na implantação de sistemas de monitoramento de consumo de energia elétrica que, basicamente, se utilizam dos mesmos *hardwares*, ou seja, dos mesmos componentes eletroeletrônicos, mas se diferenciam pelo *software* que utilizam e, principalmente, o serviço oferecido. Portanto, a escolha do parceiro deve ser pautada não só pelo custo de instalação e serviço, mas também deverão ser observados com bastante critério os fatores de qualidade dos materiais e, principalmente, dos serviços envolvidos em todo o processo.

E quais são os componentes de um sistema de monitoramento de energia elétrica? Um sistema desse geralmente é constituído pelos seguintes dispositivos: sensores de corrente, *gateway* de energia e *software* gerenciador, isso se o monitoramento idealizado for setorizado, ou seja, monitoramento de instalações ou equipamentos de maneira individual. Caso o monitoramento seja simplesmente da entrada principal de energia (concessionária), um acoplador óptico poderá substituir o sensor de corrente. Esses dispositivos, que fazem a transferência de sinais de um circuito para outro através de luz (visível ou infravermelha), são acoplados diretamente ao medidor da concessionária de energia que, por sua vez, devem autorizar e viabilizar tal instalação, uma vez que será preciso abrir o quadro lacrado e liberar tal função que, via de regra, tem um custo.

Os sensores de correntes são os responsáveis por medir a corrente transitando em certo condutor, essa medição é fundamental para se obter o consumo de energia elétrica. Existem, basicamente, dois tipos de sensores, os sensores de corrente não invasivos e os sensores de corrente invasivos. Como sugere seu nome, os sensores não invasivos não interferem na instalação e sendo assim são mais práticos, já que evitam cortes ou desconexão de cabos, situação que, por sua vez, os tornam menos precisos já que se deparam com o isolamento dos cabos. Estes sensores também são conhecidos como TC, transformadores de corrente. Já os sensores de corrente invasivos, carecem da abertura do circuito, ou seja, desconexão ou corte de cabos. São mais precisos, mas sua instalação demanda mais trabalho, pois requer desligamento da instalação elétrica por mais tempo e manipulação mais abrangente do sistema, o que pode representar maior risco de problemas durante e pós intervenção.

O *gateway* de energia, ou medidor inteligente de energia, é o equipamento responsável por armazenar e converter as informações captadas pelos sensores, a serem transmitidas via internet, em linguagem ideal, para o *software* de análise e gestão dos dados. Estes equipamentos são, via de regra, dotados de entradas RJ45, para conexão cabeada de internet, além de entradas para cartões SIM, para conexão móvel de internet. Já há equipamentos que se destacam pela disponibilização de sinal Wi-Fi e, portanto, capazes de se conectar com redes de internet sem fio.

Por fim, o *software* gerenciador é o sistema pelo qual o usuário fará a interface com o sistema de monitoramento de energia, ou seja, é através dele que se acessarão as informações dos consumos de energia elétrica alvo do projeto. Geralmente este é o grande ponto de diferenciação entre as empresas, já que é através do sistema que o usuário, seu cliente, traduzirá suas expectativas. Fatores como: funcionalidades, relatórios, gráficos, integração de informações e até velocidade, estarão sob análise, pois poderão determinar o sucesso ou fracasso da implantação, uso e conclusões de um projeto de monitoramento de energia.

É chegada a hora de escolha da empresa parceira que instalará e, na sequência, gerenciar as informações por meio de *software* para entrega ao cliente. Neste estudo, se assume que o escopo do projeto é o monitoramento do consumo setorizado de energia elétrica, ou seja, o monitoramento dos consumos individuais das diferentes instalações do edifício. Serão alvos de monitoramento os seguintes sistemas: iluminação interna, iluminação externa, sistema de ar condicionado central e tomadas internas e externas. Como já dito, uma importante condição a ser analisada quando da escolha da empresa é atual disposição dos painéis elétricos, bem como a distribuição dos circuitos elétricos, isso porque a solução da empresa deve alinhar sua capacidade técnica de instalação com a tecnologia oferecida, tanto de seu hardware quanto de seu software. Para tanto, se faz necessário um diagnóstico às instalações para que seja possível determinar a melhor solução com precisão.

É comum encontrar painéis elétricos desconexos e com distribuição de circuitos defasada, quanto a separação de diferentes sistemas e locais. Supondo que um edifício possua poucos painéis e que os sistemas a serem monitorados não sejam completamente separados, ou seja, que cada painel existente abrigue dois ou mais sistemas, ou então que esse mesmo edifício possua muitos painéis que separam itens de um mesmo sistema em diferentes painéis, é fácil deduzir que será necessário um trabalho prévio de separação ou união de circuitos para depois instalar os sensores de corrente. Logo, então, já se imagina e planeja o que será necessário para fazer tal trabalho, contratação de eletricista, aquisição de material elétrico,

desligamento de energia, vulnerabilidade a problemas, custos com horas extras para acompanhamento de obras, etc.

Ao se adotar um sistema comum de monitoramento de energia, não há outro caminho a seguir, pois ao contrário não será possível medir, em separado, as cargas elétricas dos diferentes sistemas, uma vez que estão por vezes unidos em um mesmo painel ou demasiadamente separados. Diferente disso, há que se prever uma enorme quantidade de sensores de corrente que abracem os diversos circuitos e, em seguida, tenham suas medições unidas e/ou separadas através de *software* para que, então, se tenha a separação de cargas idealizada. Note que não é impossível seguir essa rota, mas neste caso é exigido maior investimento em dispositivos e, principalmente, capacidade tecnológica do *software*.

Em contrapartida, já existe no mercado uma alternativa mais inteligente que ultrapassa as dificuldades anteriormente citadas. O diferencial, neste caso, está no medidor inteligente e, especialmente, no *software* gerenciador por trás do dispositivo, algo extremamente tecnológico. Trata-se de Inteligência Computacional.

Uma empresa brasileira, utilizando-se de técnicas de *Machine Learning* (aprendizado de máquinas), desenvolveu algoritmos sofisticados baseados na tecnologia NIALM – *Non-Intrusive Appliance Load Monitoring* (Monitoramento não-intrusivos de carga de aparelhos), que permitem identificar o consumo de diferentes equipamentos ligados à rede elétrica utilizando apenas um ponto de medição, ou seja, a medição pode se concentrar apenas no QGBT, quadro geral de baixa tensão. De acordo com GREENANT (2017), “Isso é possível porque cada aparelho possui uma maneira particular de consumir energia, como uma assinatura”. Por meio de métodos de *machine learning*, os *softwares* são capazes de aprimorar-se e tornar a identificação das cargas ainda mais precisa e quanto maior o número de usuários que, consequentemente, aumenta a amostragem para estudo e aprendizagem, melhor será o resultado.

Uma solução como essa tem impacto direto no custo do projeto, uma vez que o número de dispositivos, em especial, os sensores de corrente, diminui consideravelmente. Além disso, há eliminação da necessidade de obras para adequação dos painéis e circuitos e, consequentemente, relevante redução do risco de problemas nas instalações elétricas, já que a intervenção é mínima e os sensores de corrente utilizados são do tipo não invasivos.

Independentemente do modelo a ser adotado, observadas as peculiaridades de cada edifício e suas instalações elétricas, é imprescindível que a escolha da empresa parceira para a implantação do sistema de monitoramento do consumo de energia elétrica, passe também por

sua preocupação e adequação às normas de segurança, garantindo a saúde e segurança dos trabalhadores que atuam direta ou indiretamente com instalações e serviços da área elétrica, como prevê a NR-10, no item 10.1.1.

> 10.1.1 Esta Norma Regulamentadora – NR estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade (NR-10, 2004).

Por fim, é extremamente necessário ressaltar a importância do envolvimento de todas as pessoas ligadas à administração, operação e manutenção dos sistemas que utilizam energia elétrica, ainda na fase de concepção da ideia de implantação do sistema de monitoramento de energia e, principalmente, na fase de operação do sistema. Os resultados colhidos do monitoramento serão analisados e servirão de fonte para tomada de decisões que, invariavelmente, dependerão do trabalho e acompanhamento de todos, sem exceção. Certamente, em busca da eficiência energética, serão criados procedimentos e medidas a serem adotadas e seguidas pelos usuários, operadores e mantenedores dos equipamentos e aparelhos que consomem energia elétrica.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência energética, tão importante dado o elevado custo de energia elétrica no Brasil e no mundo e à justa necessidade do consumo sustentável, depende de diversas ações de âmbito estrutural e operacional que podem envolver troca de equipamentos, mudanças operacionais e implementação de soluções de gestão, tal como o sistema de monitoramento do consumo de energia elétrica. Um sistema de monitoramento, por sua vez, se bem definido, implantado e sistematicamente utilizado, será uma importante ferramenta para o gerenciamento e, consequentemente, racionalização do consumo de energia. Há diversas alternativas de sistemas e empresas que possam implementá-lo, mas a escolha da melhor opção deve estar pautada nas condições físicas das instalações elétricas do edifício, que exigirá mais ou menos intervenções, e na qualidade dos serviços e tecnologia empregada pela

empresa parceira.

É sabido que existe uma opção cujo sistema baseia-se em inteligência computacional que permite o emprego reduzido de sensores de corrente para medição, através de instalação não invasiva e suportada por *software* poderoso, baseado em técnica de *machine learning*, capaz de separar as cargas elétricas de sistemas e aparelhos por meio de apenas um ponto.

Todavia, o sistema de monitoramento por si só, não resultará em benefícios financeiros e ambientais à empresa que o adotar, pois os dados resultantes das medições devem ser analisados para tomada de decisões que devem envolver todo o pessoal ligado à administração e operação dos equipamentos que consomem energia elétrica. Somente assim, mediante políticas e procedimentos adotados por todos, é que a cultura da racionalização do consumo de energia será integralizada e, então, resultará em eficiência energética.

REFERÊNCIAS

LEITE, A. **A energia do Brasil.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

GREENANT. **Tecnologia NIALM**. Disponível no site <http://www.greenant.com.br/tecnologia/>. Acesso em: 11 maio 2017.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Instalações de sistema de microgeração solar fotovoltaica**. São Paulo: SENAI-SP, 2016.

PAGLIARICCI, Mário. **Manual de economia de energia elétrica na indústria**. São Paulo: Nossa Editora, 1995.

BARROS FERREIRA, Benjamim et al. **Gerenciamento de energia:** ações administrativas e técnicas de uso adequado da energia elétrica. São Paulo: Érica, 2010.

CAPELLI, Alexandre. **Energia elétrica para sistemas automáticos da produção**. São Paulo: Érica, 2007.

TERRIBILI FILHO, Armando. **Gerenciamento de projetos em 7 Passos**. São Paulo: M.Books, 2011.

SCHNEIDER ELECTRIC. **Eficiência energética:** soluções simples para gestão integrada de energia. São Paulo: Schneider Electric, 2007.

FIRJAN. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro **Pesquisas e estudos socioeconômicos:** quanto custa a energia elétrica para a pequena e média indústria no Brasil?. Rio de Janeiro: Firjan, 2017.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Informações gerenciais**. Brasília: ANEEL, 2015.

FUENTES, André. Brasil piora em ranking e passa ser o 6º com a energia mais cara do mundo. **Impávido Colosso, Veja.com**. 11 fev. 2017. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/blog/impavido-colosso/brasil-piora-em-ranking-e-passa-a-ser-o-6-com-a-energia-mais-cara-do-mundo/>. Acesso em: 08 jun. 2017.

PORTA, Leonardo Dalla. Sensores de Corrente. **Coffeetronics**. 20 mar. 2015. Disponível em: <http://www.coffeetronics.com.br/?p=70>. Acesso em: 15 jun. 2017.

MONITORAMENTO WiFi PARA MÁQUINAS CNC

Paulo Sebastião Ladivez[1]
Pedro Luiz Figueiredo e Silva[2]
Victor Lucas Oikawa Garcia[3]

RESUMO

Com o intuito de melhorar o controle e o planejamento da produção do produto a ser usinado, foi elaborado um supervisório que monitora a produção em máquinas CNC em tempo real, através de um *software* em um computador. No desenvolvimento do projeto foram utilizados recursos como a comunicação WiFi, integrado em uma plataforma *Open Source,* que engloba a internet das coisas, e utiliza uma linguagem chamada Lua, porém pode ser programada na IDE do Arduino com a linguagem C++. Foi desenvolvido um aplicativo para o sistema operacional Android em um *software* chamado Embarcadero, para envio de dados da produção ao supervisório, e posteriormente, exibindo ao usuário. O supervisório é o servidor responsável por receber todas as informações da máquina CNC e do aplicativo, a lógica criada para tal que foi desenvolvida também na plataforma do Embarcadero. Com esse sistema é possível receber dados concretos da máquina, de forma remota, adquirindo uma melhor qualidade das informações.

Palavras-chave: Supervisório. Máquina CNC. Comunicação WiFi. Aplicativo Android.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a tecnologia vem mudando a forma de compartilharmos as informações, a internet se faz muito presente nas plataformas de comunicações, otimizando o tempo com poucas limitações de distâncias, esse conceito chegou até a indústria, onde empresas investem na automação de seus processos visando a rapidez na troca de dados; desta forma os *softwares* e os *hardwares* estão sendo aprimorados com novas ferramentas para englobar a internet na operacionalização da comunicação.

As empresas vem buscando novas formas de gerir suas informações, reduzindo custos, diminuindo o trabalho manual e mantendo ou até melhorando a confiabilidade dos dados de seus processos, integrando em seus sistemas as linhas de produção, máquinas, robôs e

[1] Prof. Orientador. Especialista em Tecnologias da Informação, UFABC (2013). Engenheiro Eletricista pela Universidade de Mogi das Cruzes (1984). Professor na Faculdade de Tecnologia em Mecatrônica da Escola SENAI "Armando de Arruda Pereira". E-mail: paulo.ladivez@gmail.com.
[2] Graduando em Tecnologia Mecatrônica Industrial pela Escola SENAI "Armando de Arruda Pereira" – Coordenador de Vendas na Weg Automação. E-mail: louis0707@hotmail.com.
[3] Graduando em Tecnologia Mecatrônica Industrial pela Escola SENAI "Armando de Arruda Pereira" – Técnico Mecatrônico na A. C. Corrêa & Cia Ltda. E-mail: victoroikawa@gmail.com.

equipamentos, criando uma rede onde trafegue todas os elementos necessários para estes dispositivos se comunicarem e gerar indicadores que atuam diretamente na gestão da empresa, ou seja, integrando toda a produção, desde a matéria-prima até o produto final, de forma tecnológica com o controle e planejamento da empresa.

A partir deste conceito atual, foi procurado desenvolver um *software* específico para supervisionar a produção de máquinas CNC, envolvendo em conjunto a eletrônica e as redes de comunicação.

2. DESENVOLVIMENTO

O projeto foi desenvolvido através dos processos, que acompanham uma produção em máquinas CNC, realizando um estudo a partir de peças produzidas em uma máquina específica. Para a integração da máquina com o sistema supervisório, foi utilizado uma placa de desenvolvimento chamada NodeMCU, que capta os sinais dos sensores necessários para que a lógica do supervisório ocorra decorrente da produção da máquina.

Foi desenvolvido uma aplicação para Android, que envia as informações dos processos de produção para o supervisório, que foi designado para máquina, torno cnc Mazak, fazendo com que o usuário identifique aquela etapa de produção. O supervisório foi criado para receber os dados de produção a partir do aplicativo, também as informações da máquina através do NodeMCU; programado na linguagem C++ por meio do Embarcadero, com ferramentas de conexão TCP/IP para receber todos os dados para exibição no computador.

2.1. Estudo do processo

Foi realizado um estudo em função da produção de uma máquina CNC, colhendo as informações necessárias para analisar os sinais da máquina a serem captados para monitorar e executar a lógica no NodeMCU. Os processos presentes estudados para realização de um determinado produto, envolvem a preparação da máquina, a partir da criação de uma ordem de produção, após a qual um profissional capacitado executa toda a parte de *setup* da máquina, possibilitando a produção da peça; logo após é feita a primeira peça, para validar a preparação e programação da máquina para usinar o produto em série, com a aprovação de qualidade e metrologia da peça, só então a produção em série é autorizada.

A etapa de produção é realizada através de um ciclo de operação, usinando peça a peça, em um padrão estabelecido de acordo com o tipo de produto e o modelo da máquina; com esse ciclo foi possível estudar e analisar a forma de captar a produção daquela determinada peça. Entendendo como o ciclo acontece, através do manual elétrico da máquina, existe a

possibilidade de monitorar os sinais elétricos existentes, ligando esses sinais no NodeMCU sem interferir na parte elétrica da máquina, apenas monitorando os sinais. Os sinais captados da máquina foram escolhidos para realizar uma lógica interna no NodeMCU, o qual realiza a contagem das peças e inicia um estudo de tempo de produção, enviando dados através da comunicação WiFi para o supervisório, figura 1. Através do aplicativo o usuário verifica os campos de cadastro da operação, tais como ordem de serviço, código da peça, funcionário responsável pela produção e a condição de funcionamento da máquina, bastando ter acesso à rede WiFi.

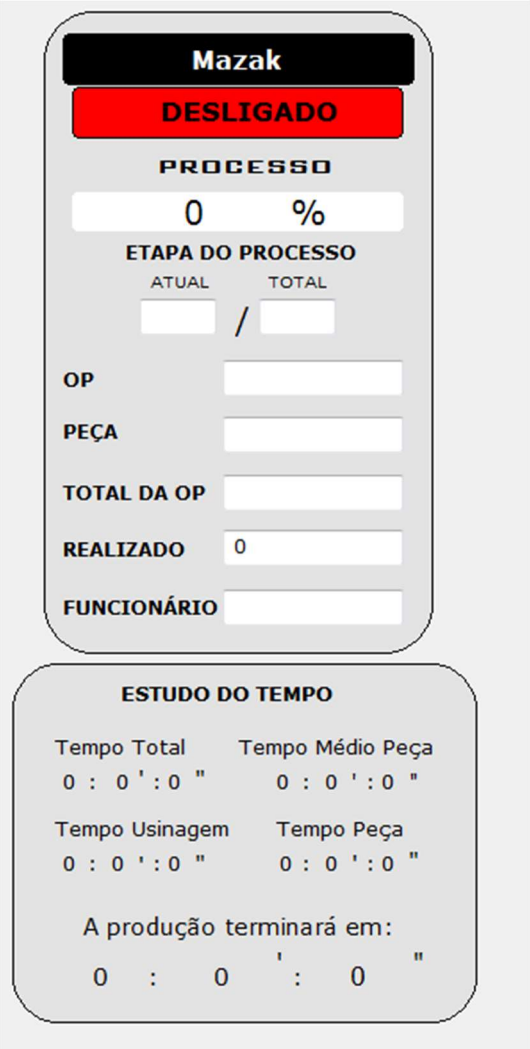


Figura 1 – Supervisório
Fonte: Elaborada pelos autores

2.2. Comunicação de dados

A comunicação de dados e sinais do projeto envolvem: aplicativo interagindo com o supervisório, NodeMCU interagindo com o supervisório e sinais elétricos da máquina.

Na criação do aplicativo Android, figura 2, utilizou-se uma ferramenta de comunicação, disponível no Embarcadero, que por meio do IP do servidor e a porta 2 de comunicação realiza a função de cliente na rede, enviando as informações de produção, como o status da máquina (*setup*, *startup* e a máquina em produção), a etapa do processo, número da ordem de produção, o código da peça, a quantidade de peças a ser produzida, e o funcionário responsável. No supervisório, para o recebimento destas informações, utilizamos uma outra ferramenta de comunicação com a função de servidor, porém, para organizar todo o pacote de informações, foi desenvolvido uma lógica que separa os dados destinando-os em seus respectivos campos

A comunicação entre o NodeMCU e o supervisório é através de uma rede sem fio (WiFi), no qual foi necessário a utilização de uma biblioteca que disponibiliza funções para conectar o NodeMCU em um ponto de acesso e enviar os dados. No supervisório, através da ferramenta de comunicação com a função de servidor, foram coletadas as informações enviadas do NodeMCU para desenvolvimento de uma lógica de contagem de peças e estudo de tempo.

Através do esquema elétrico da máquina, identificamos os sinais do CLP (Controlador Lógico Programável) com as funções: abertura e fechamento de porta, começo e final de ciclo. Para interligação destes sinais com o NodeMCU, foi necessário a utilização de relés devido às diferenças de tensões entre o sinal de saída do CLP e a tensão de entrada da placa.



Figura 2 – Aplicativo para o PC
Fonte: Elaborada pelos autores

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto proporciona maior controle dos indicadores de produção de forma mais tecnológica e transparente, pois as áreas envolvendo gestão e PCP (Planejamento e Controle da Produção) terão acesso a informações em tempo real, facilitando no planejamento e na tomada de decisões. O sistema foi implantando em uma máquina CNC, onde foram testadas todas as comunicações e envio de dados entre os dispositivos e foi simulada uma operação de usinagem próximo do real, testando:

a) Os sinais reais da máquina;
b) As contagens de peças produzidas;
c) Os estudos de tempo.

Resultados favoráveis nos testes foram obtidos, pois o supervisório conseguiu monitorar e exibir com clareza as informações de contagem e tempo e ainda as informações enviadas do aplicativo; com isso, pode-se replicar o sistema supervisório para outras máquinas, supervisionando toda a produção de uma empresa, concentrado em um *software* para gerenciar todos os processos de produção. Como aprimoramento do projeto, poderia ser inserido um banco de dados para armazenamento das informações gerando relatórios e criando um histórico de produção com estudos de tempo para cada peça, para futuras consultas.

REFERÊNCIAS

DocWiki Embarcadero – **Chat Room Socket** – Disponível em: <http://docwiki.embarcadero.com/RADStudio/Tokyo/en/Installing_Socket_Components>. Aceso em: 06 mar. 2018.

OLIVEIRA, Sérgio de**. Internet das Coisas**: com esp8266, arduino e raspberry pi. 1 ed. São Paulo: Novatec, 2017. 263 p.

PADRONIZAÇÃO E EFICIÊNCIA NA FICHA TÉCNICA DE UMA CONFECÇÃO

Rosimeire Cosmo Brito[1]
Dilara Rúbia Pereira[2]
Fernanda Marinho Pereira da Silva[3]
Alexandre de Caprio Ferreira[4]

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi identificar padrões eficientes de ficha técnica, que possam contribuir para a maior eficiência de uma confecção. Após revisão da literatura, realizou-se análise quantitativa e qualitativa de fichas técnicas de trinta empresas, em relação à padronização e eficiência com o intuito de padronizar as mesmas, com a intenção do aumento de eficiência deste instrumento.

Palavras-chave: Ficha Técnica de Confecção. Padronização. Eficiência

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho teve como objetivo, identificar padrões simples mais eficientes de ficha técnica, que irão auxiliar no andamento e otimização, dos processos nos setores de estilo e desenvolvimento de produto dentro de uma confecção e consequentemente agilizando os demais processos da organização.

A metodologia desse trabalho consistiu em uma revisão da literatura especializada, coleta e análise e classificação de fichas técnicas. Realizou-se um estudo dos itens que deve conter uma ficha técnica e quais são os essenciais para a maior eficiência das mesmas. Na primeira parte da pesquisa, verificou-se quantitativamente o número de itens que cada ficha das trinta empresas pesquisadas. No segundo momento, atribuiu-se pontos/peso aos quesitos de eficiência, de tal forma, e proceder a uma análise também qualitativa.

[1] Pós Graduada em Gestão de Negócios da Moda na Faculdade de Tecnologia SENAI Antoine Skaf – Estilista. E-mail: rosibritomoda@hotmail.com
[2] Doutora em Gestão de Projetos na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) – Responsável pelos cursos de Graduação e Pós Graduação da Faculdade de Tecnologia SENAI Antoine Skaf. E-mail: dilara.rubia@sp.senai.br
[3] Mestre em Têxtil e Moda na Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH – USP) – Técnica de Ensino da Escola SENAI Francisco Matarazzo. E-mail: fernanda.marinho@sp.senai.br
[4] Mestre em Têxtil e Moda na Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH – USP) – Técnico de Ensino da Escola SENAI Francisco Matarazzo. E-mail: alexandre.decaprio@sp.senai.br

Os resultados esperados com esta pesquisa foi o de contribuir para a análise das fichas técnicas da empresa, visando à padronização das mesmas, com a intenção do aumento de eficiência deste instrumento.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Padronização

A padronização significa descrever atividades a serem executadas, fases, recursos utilizados e todas as informações envolvidas nos processos de forma clara e coesa. Esses processos ganharam força passando de produção artesanal para a produção em massa, colaborando de maneira significativa para a Indústria.

Em se tratando da Indústria do vestuário, vista que é um conjunto de processos conduzidos por diversos departamentos e pessoas. Esses departamentos estão divididos conforme a organização, com setores, administrativos, financeiros, setor de criação, estilo e desenvolvimento, modelagem, produção dentre outros.

Segundo Marshall (2010, p.90) "a padronização também é importante para permitir a análise crítica e a consequente melhoria dos procedimentos e métodos da empresa, pois propicia uma perspectiva concreta do que analisar e melhorar."

Essas melhorias se dão pelo envolvimento das pessoas e dos departamentos como um todo, nesta fase a comunicação é imprescindível, pois inúmeras vezes os processos são falhos, as pessoas possuem entendimento próprio, adivinhos, fazendo com que se perca tempo, descumprimento de prazos, retrabalhos, deixando os processos lento e ineficiente.

Uma contribuição significativa dada por Juran (2011 apud Ugliara, 2013) ressalva que para que haja padronização é necessário, controle, execução e acompanhamento dos planos e padrões estabelecido, a fim de que as metas sejam alcançadas.

Para que essas metas sejam alcançadas, devem-se criar padrões, mesmo que simples, mas eficientes em cada processo, gerando a satisfação de todos os envolvidos.

O uso mais comum no trabalho padronizado é análise e compreensão das perdas da operação através de informações e documentações precisas com detalhamento das etapas básicas. Ghinato (2000 apud Molina, 2014).

Essas práticas são importantes, pois uma vez determinado à padronização nos processos a organização estará falando a mesma língua, desenvolvendo melhores práticas

de trabalho. Para que todos possam falar a mesma língua, os processos devem ser descritos de maneira clara, objetiva, exposta de forma visual, documentada, pois se leva em consideração que os produtos podem ser feitos por qualquer pessoa, em qualquer estado ou país, portanto usar uma comunicação efetiva em que todos possam se fazer entender e compreender.

Aumentando a repetição e a qualidade dos processos, fazendo com que possa ser reutilizado por várias pessoas, ele é um documento na forma de modelo. Rozenfeld (2006 apud Forno, 2015). Esse modelo dentro da confecção do vestuário pode-se descrever como um memorial descritivo ou Ficha Técnica, onde terá todas as informações necessárias do produto a ser produzido.

2.2. Setor de Estilo nas Confecções

Segundo Sayeg (2015, p.95) estilo é um modo distinto de se expressar, que podem durar gerações, independentemente de moda; é atemporal. No vestuário podemos exemplificar com estilo clássico, urbano, estilo esportivo, dentre outros.

No processo de análise de tendência, analisa novas direções da moda, o mercado e o comportamento do consumidor, as mudanças de estilo de vida e suas necessidades, identificando pontos cruciais como tecidos, cores, temas, formas e estilos.

Neste processo podem-se acompanhar os hábitos de consumo do publico alvo, analise da concorrência, identificar os temas de inspiração de outras marcas e estilistas, acompanhar novas tecnologias, buscando novas oportunidades de negócios, avaliar os meios de comunicação como novelas, internet, mídias sociais, teatro, exposição, livrarias, ficar atento no que está acontecendo no mundo.

Com base na análise de tendência a equipe de estilo escolhe uma inspiração para nortear toda a coleção se dividindo em temas, os quais vão englobar as informações do setor de estilo, identificando a coleção e os produtos (modelos) a serem produzidos.

A coleção deve ser desenvolvida alinhada com os objetivos e resultados esperados pela organização, sendo um instrumento de vendas que alcance os objetivos estratégicos e de maneira competitiva no mercado. Para que esses resultados sejam alcançados, as informações dos produtos precisam estar descritos em forma de documento em uma ficha técnica de produto, contendo todas as especificações para que sejam realizadas com êxito.

A equipe de estilo define as cores a serem usadas na próxima estação, levando em conta que nem todas as cores sejam adequadas, avaliar o histórico anterior e níveis de

venda, para que a organização possa focar no publico alvo, as cores básicas devem estar presentes em todas as coleções, pois geram maior número de venda, já as cores da estação complementam a cartela estando ligadas nas tendências e aos temas da coleção. Em seguida definiram-se os materiais que serão utilizados, aviamentos, estampas, bordados, beneficiamento adequando aos custos e preços de venda.

Os desenhos dos modelos são feitos a mão (croqui), por imagem ou por meio de softwares, feito uma ficha técnica com especificações de forma clara e objetiva, para que a próxima etapa possa fluir de maneira adequada e eficaz.

Antes da produção das peças pilotos, a equipe de estilo se reúne com os demais responsáveis de cada setor da empresa, informando as tendências, estilos, inspiração. Algumas empresas fazem dessa forma, outras desenvolvem os desenhos pesquisam os aviamentos, tecidos, solicitam amostras dos mesmos, encaminham para o setor de modelagem e pilotagem.

2.3. Setor de Desenvolvimento em Confecções

Segundo Barreto (1997, p.175) a modelagem é um processo, onde são desenvolvidos e definidos os moldes e escalas, sendo o modelista, o profissional por ajustar os modelos ao processo de fabricação.

2.3.1. Piloto

Piloto é um protótipo do produto a ser confeccionado, onde se observam os detalhes inseridos na ficha técnica onde se devem conter todas as informações para a costureira (piloteira), realizar as alterações necessárias mediante prova e liberação para o setor de produção.

Após aprovação da peça compram-se os aviamentos, tecidos e todos os insumos, quando esses materiais estiverem disponíveis na empresa ,são encaminhados ao setor de corte e na sequência à produção.

2.3.2. Enfesto/Corte/Separação

O processo de enfesto consiste em transpor o tecido do rolo para a mesa de corte, dispondo em várias camadas sobrepostas de tecidos, algumas empresas utilizam máquina própria para enfesto ou realizam de forma manual.

Após esse procedimento ser realizado é feito o encaixe e a marcação dos moldes nos riscos sobre o tecido, para que não haja desperdício e um melhor aproveitamento de tecido esse riscos são feitos através de softwares.

Com todos os riscos posicionados inicia o processo de corte com maquinário especifico. Concluída essa etapa, são colocadas etiquetas adesivas para identificação de cada peça com especificações diversas variando de empresa para empresa para facilitar o processo de produção.

É na etapa de produção que as peças são unidas e montadas por maquinário especializado.

2.3.3. Acabamento

O acabamento é a seção onde são executadas as operações finais visando melhoria na qualidade ou complementação do produto como casear, pregar botão, etiquetas, insumos em geral.

2.3.4. Limpeza da Peça e Inspeção

Quando o produto estiver pronto com todas as suas operações de costura e acabamento, são realizadas a inspeção e a limpeza, retirando pontos de linha em excesso e operações mal realizadas.

Segundo Araujo (1996 p.407) ressalva que esse processo tem por objetivo controlar a qualidade dos produtos e verificar deformidades com a amostra especifica ou pré- estabelecida.

2.3.5. Passadoria

Segundo Araújo (1996, p.408) “a remoção de volumes e vincos em têxteis é recente, pois há cerca de 100 anos atrás as peças eram usadas de forma amarrotada”.

Em tempos atuais essas operações são executadas com o intuito de remanejar os vincos, fazer abertura de costuras. O processo somente é feito, após serem montadas e inspecionadas.

2.3.6. Embalagem

As peças estando totalmente prontas são dobradas e embaladas, acondicionadas em sacos plásticos, caixas ou cabides. Dependendo da organização as embalagens terão etiquetas adesivas que contenham informações específicas, como cor, tamanho, numeração e loja a ser distribuída.

Pois bem, fica clara a necessidade de padronização de processos na área de desenvolvimento de produtos confeccionados. Essa padronização se dá, ou se daria, em significativa parte, pela Ficha Técnica do Produto, que consiste num modelo de peça e suas detalhadas especificações de materiais, medidas, modelagem, dentre outros, numa espécie de memorial descritivo.

2.4. Ficha Técnica

Segundo Rigueiral (2002 p.184) "a ficha técnica de produto é o documento que deve conter todas as informações necessárias para execução do projeto." Para que todos da empresa possam obter o resultado final desejado, a finalidade da ficha técnica é um documento descritivo, onde contêm informações do produto, como fornecedor, tecido, composição, aviamentos, desenho técnico com descrição de costura, etiqueta de marca, composição, dentre outros aspectos, conforme a necessidade da organização.

A ficha técnica é um documento importante e deve ser atualizado, assim que o produto sofrer alguma alteração seja de tecido, modelagem, cor, valores, grade, bordados, estampas dentre outros processos dependendo da peça. Essas atualizações são necessárias, pois os processos seguintes dependem dessas informações para que haja agilidade, desenvoltura, segurança em executar tal procedimento, alcançando o resultado final esperado.

Segundo Treptow (2007, p.166, 167, 168,169) e Rigueiral (2002, p.186, 187, 188,189) o formato da ficha técnica varia de empresa para empresa, mas, há campos fundamentais a serem preenchido.

Informações fundamentais: nome e estação da coleção; descrição e referência do produto; designer responsável; modelista responsável; grade e tamanhos; data da criação e aprovação do modelo; desenho técnico (frente e costas);

Dados sobre insumos diretos: (tecidos e aviamentos), quantidade utilizada; código/ referência do fornecedor, composição, cor, preço;

Dados sobre insumos indiretos: (etiquetas de identificação e embalagem) individual tag de marca, etiqueta de preço de tamanho de composição, sacos plásticos, caixa de papelão, cabides.

Dados sobre mão de obra: (tempo para execução da peça, sequência de costura / montagem, maquinário).

Dados sobre elementos decorativos: (bordados, estampas, lavagem); localização, referência /código do fornecedor, cores e combinações, preço;

O preenchimento dessa ficha técnica tem que ser de forma legível e clara, pois passará por vários setores da empresa, com o intuito que todos os setores tenham agilidade e cumprimento de prazos, sendo primordial buscar a informação e atualizá-las, pois esses registros são fundamentais e não podem ser alterados pelos setores, após sua aprovação.

Uma vez aprovada em definitivo, todos os setores envolvidos obterão uma cópia para dar andamento ao seu respectivo processo e assim sucessivamente.

Para Leite (2007, apud Lodi, 2013) destaca que informações dentro do desenho técnico na ficha podem gerar problemas de interpretação, ficando poluídas visualmente. Com essa informação pode-se ressaltar que a comunicação também é importante dentro dos processos, pois a ficha técnica tem que ser o mais clara possível, tanto no desenho, quanto nas especificações dos processos.

Além da ficha técnica de produto, a organização pode fazer fichas complementares para cada setor, como por exemplo, ficha do setor de corte com quantidades, tamanhos, cor, esses processos vão de empresa para empresa, cada uma dispõem de necessidades e devem procurar a melhor maneira de executar seus processos. Outras empresas mal possuem ficha técnica, ou com informações falhas e inadequadas, desta maneira os colaboradores perdem tempo em se comunicar e com isso tardam a executar seus trabalhos, criando gargalos nos processos subsequentes.

3. METODOLOGIA

Observando algumas empresas do setor do vestuário, em especial ao setor de estilo onde a ficha técnica que seria o documento primordial, este que contêm todas ou o máximo de informações possíveis do produto que devem apresentar de maneira clara e objetiva, para que os processos de desenvolvimento do produto sejam atingidos.

Segundo Campos (2004 apud Ugliara 2013) a meta de uma organização é manter-se competitiva no mercado e para isso necessita de pessoas capazes de projetar, operar um produto ou serviço.

Nota-se que trabalhar com qualidade, agilidade e envolvimento nos processos reflete diretamente no produto final. Diante desta questão escolheram-se as fichas técnicas como objeto de estudo. Verificou-se que algumas empresas não trabalham com ficha

técnica, outras tantas utilizam ficha técnica que não possuem informações precisas dos produtos, apresentam inúmeras falhas nas descrições, dificultando os processos, e, consequentemente gerando atrasos, retrabalhos, custos, insatisfação, stress pela organização e pelos colaboradores.

Desta forma, a autora, selecionou dezenas de fichas técnicas de 30 diferentes empresas, cujos nomes não serão citados e passarão a ser denominada empresa 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29,30.

Em análise, às fichas técnicas de 30 marcas conceituadas do mercado de moda brasileiro, verificou-se 42 itens descritos, sendo atribuídos peso 1 para a empresa que possui os itens em sua ficha técnica e peso 0 para aquela que não possui. Observa-se a importância de alguns itens mais do que outros e o que se vê são algumas empresas que não se atêm a esses fatores, dando relevância a descrições que não irão agregar em absoluto na produtividade ou com informações falhas que irão interferir diretamente produto final. Dentro do âmbito da confecção esse é sem dúvida um dos maiores problemas na execução dos processos.

As fichas apresentadas contêm pouca informação referente à costura e modelagem, as informações são confusas, a comunicação é outro fator preponderante, pois algumas das fichas apresentadas estão descritas manualmente, dificultando a leitura, e as especificações.

Algumas fichas analisadas apresentavam visualmente melhores que outras, também não quer dizer que são efetivas, diante dessa questão e com a experiência da autora, onde o contato com inúmeras marcas do setor, fez com que a análise tornasse mais apurada em relação aos quesitos listados.

No segundo momento da análise dos 42 itens listados, foram separados por grau de essencialidade com base nas fundamentações teóricas. Consta-se 23 itens essenciais em destaque na cor azul, onde foi atribuído peso 10 (dez), os demais itens, foram separados conforme a experiência de 15 anos da autora no setor, ficando da seguinte forma: Relevantes (na cor amarela) mais com grau de importância significativa, sendo atribuído peso 05(cinco), totalizando 14 itens e os demais relevantes e com grau de importância menor foi atribuído peso 1(um),totalizando 05 itens.

Analisando o quadro abaixo se verifica que dos 23 itens essências listados com base nas fundamentações teóricas, a empresa 02 possui 18 itens e têm 206 pontos, a empresa 09 possui 16 itens com 190 pontos, a empresa 07 possui 18 itens listados, mas, na

sua totalidade tem 185 pontos, a empresa 12 possui 15 itens essenciais e na sua totalidade tem 185 pontos.

Algo interessante se pode notar que nem sempre a empresa que apresenta a maior pontuação, conforme demonstrado no quadro 1.possui em seu contexto os itens essenciais em sua ficha técnica e o inverso também ocorre.

Com relação aos 14 itens listados pela autora somente a empresa 12 e 18 apresentam 07 itens listados as demais estão abaixo de 06 itens, ou seja, nenhuma das 30 empresas apresenta todos os itens essenciais em suas fichas técnicas.

Conforme descrição de itens no quadro abaixo é nítido, o grande problema detectado com esse estudo, onde padronizar ações simples de conteúdo e descrição de informações especifica em uma ficha técnica, contribuem nos processos e métodos, tornando-os mais eficientes, gerando assim maior competitividade no mercado.

	Empresas																			
Quesitos de Eficiência	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
aviamentos	1	10	1	10	1	10	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10	1	10	1	10
bordado/lavanderia/ Estamparia	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10	0	0	0	0
coleção	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
composição de forro	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0
composição do tecido	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10	1	10	0	0	1	10
consumo de tecido	0	0	1	10	1	10	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0
data piloto	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0
descrição do produto	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
descrição manual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
descrição por software	1	10	0	0	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0	1	10	1	10
desenho c/informações	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
desenho manual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
desenho por imagem	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
desenho s/informações	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
desenho técnico	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
embalagem	1	10	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0
especificações costura	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0
etiqueta da marca	1	10	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10	1	10
etiqueta de composição	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0
ficha complementar	1	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
fornecedor do tecido	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10	1	10	0	0	0	0
foto peça piloto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
grade /tamanhos	1	10	1	10	0	0	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0
grau de dificuldade peça	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0
insumos descritos	1	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	5	1	5
insumos por imagem	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0
largura tecido	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
matéria-prima /e-mail	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nome da Estilista	0	0	0	0	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0	1	10
nome da marca	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
nome da Modelista	0	0	1	10	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nome do Piloteiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
número de lacre	0	0	0	0	1	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0
observações	0	0	1	10	1	10	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10	0	0
padrão de costura	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
posição das etiquetas	1	5	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	1	5	1	5
referência do produto	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
simbologia do tecido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0
somente pedido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
tabela de medida	0	0	1	5	1	5	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
tag	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10	1	10
variante cor tecido	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
	20	166	24	206	17	151	13	116	12	101	14	131	19	185	15	136	22	190	18	155

Quesitos de Eficiência	11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
aviamentos	1	10	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0	0	0
bordado/lavanderia/ Estamparia	1	10	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
coleção	1	10	1	10	1	10	0	0	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0	1	10
composição de forro	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0
composição do tecido	1	10	1	10	0	0	1	10	0	0	1	10	1	10	1	10	0	0	1	10
consumo de tecido	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10
data piloto	1	10	0	0	1	10	0	0	1	10	0	0	1	10	1	10	0	0	0	0
descrição do produto	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
descrição manual	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
descrição por software	0	0	1	10	0	0	1	10	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0
desenho c/informações	0	0	1	10	0	0	1	10	1	10	1	10	0	0	0	0	1	10	1	10
desenho manual	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5
desenho por imagem	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
desenho s/informações	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
desenho técnico	0	0	1	10	1	10	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0
embalagem	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0
especificações costura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
etiqueta da marca	1	10	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10	1	10	0	0	0	0	0	0
etiqueta de composição	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ficha complementar	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0
fornecedor do tecido	1	10	1	10	0	0	1	10	0	0	1	10	1	10	1	10	0	0	0	0
foto peça piloto	1	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0
grade /tamanhos	1	10	1	10	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10	1	10	0	0	0	0
grau de dificuldade peça	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
insumos descritos	1	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	5	0	0	0	0
insumos por imagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
largura tecido	1	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	5	0	0	0	0
matéria-prima /e-mail	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nome da Estilista	0	0	1	10	1	10	0	0	1	10	1	10	1	10	0	0	0	0	0	0
nome da marca	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
nome da Modelista	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10	0	0	0	0
nome do Piloteiro	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	5	0	0	0	0
número de lacre	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0
observações	0	0	1	10	1	10	0	0	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0	1	10
padrão de costura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
posição das etiquetas	1	5	1	5	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
referência do produto	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0	1	10	0	0	0	0
simbologia do tecido	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0
somente pedido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
tabela de medida	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
tag	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10	0	0	0	0	0	0
variante cor tecido	1	10	1	10	0	0	0	0	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0	0	0
	20	170	22	185	9	81	10	86	14	121	17	165	24	183	22	167	5	36	9	76

Quesitos de Eficiência	21		22		23		24		25		26		27		28		29		30	
aviamentos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bordado/lavanderia/ Estamparia	1	10	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
coleção	1	10	0	0	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0	1	10	1	10
composição de forro	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
composição do tecido	1	10	1	10	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
consumo de tecido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
data piloto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
descrição do produto	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0
descrição manual	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
descrição por software	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0
desenho c/informações	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	1	10	1	10
desenho manual	0	0	0	0	0	0	1	5	1	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0
desenho por imagem	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
desenho s/informações	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
desenho técnico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
embalagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10	1	10	0	0	0	0
especificações costura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
etiqueta da marca	1	10	1	10	1	10	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10	0	0	0	0
etiqueta de composição	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ficha complementar	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0
fornecedor do tecido	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0
foto peça piloto	1	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0
grade /tamanhos	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0	1	10	1	10	0	0	0	0
grau de dificuldade peça	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
insumos descritos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0
insumos por imagem	1	5	1	5	1	5	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0
largura tecido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
matéria-prima /e-mail	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
nome da Estilista	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0
nome da marca	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0
nome da Modelista	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nome do Piloteiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
número de lacre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
observações	0	0	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0
padrão de costura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
posição das etiquetas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0
referência do produto	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0	0	0
simbologia do tecido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
somente pedido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
tabela de medida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
tag	1	10	1	10	1	10	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0
variante cor tecido	0	0	1	10	1	10	1	10	1	10	0	0	1	10	1	10	0	0	0	0
	13	106	12	110	13	98	11	78	13	102	11	87	15	116	10	82	6	51	4	22

Quadro 1 - Análise de Fichas Técnica

Fonte: A Autora (2018)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do levantamento teórico efetuado foi possível salientar a importância atribuída ás questões da padronização dos processos e métodos que, até o momento, não pode se tornar uma regra definiva e sim torná-la mais eficiente, visando uma notória melhoria nos processos organizacionais no intuito de obter o resultado eficaz.

Em se tratando da confecção do vestuário em específico a representativa do setor de estilo não permeia somente os tipos de corpos, conceitos de época, mas tambémo a arte, arquitetura, movimentos, comportamentos, estilo de vida e consumo, identificando maneiras de atender os desejos e necessidades dos consumidores, fazendo com que a roupa possa ser o meio de comunicação e imagem perante a sociedade.

Para que um produto se torne realidade dentro de uma confecção do vestuário, ele passa pelo setor de desenvolvimento de produto, onde todo o planejamento inicial tem que ser executado de maneira eficiente, pois há inúmeros processos a serem trabalhados e em outros setores, que envolve profissionais qualificados para que os procedimentos possam ganhar a agilidade e eficiência desejada.

Mesmo havendo um planejamento, para que haja resultado, todos os envolvidos devem se comunicar de forma clara e objetiva, através de um documento descritivo chamado comumente de ficha técnica ao qual deve conter todas as informações do produto, de forma especificada, fazendo com que os setores, tenham segurança, destreza e agilidade em executar tais procedimentos.

Após analisar as informações obtidas em tal documento, detectou-se ineficiência nos processos, portanto o objetivo do trabalho, foi identificar padrões simples mais eficientes, dentro da ficha técnica que irão auxiliar no andamento e otimização,dos processos nos setores de estilo e desenvolvimento de produto dentro de uma confecção e consequentemente agilizar os demais processos da organização.

Com análise de trinta (30) empresas do setor de vestuário e suas respectivas fichas técnicas, avaliou-se que nenhuma trabalha de forma padronizada apenas apresentam quesitos essenciais e irrelevantes, não havendo uma conformidade nas especificações listadas interferindo assim no desempenho dos setores causando retrabalhos, pois uma comunicação é falha tende a gerar desperdícios de material, perda de tempo, causando prejuízos, descumprimento de prazos e cronogramas, resultando em instabilidade emocional e financeira dos envolvidos.

Com isso verifica-se a importância da ficha técnica dentro de uma confecção, sendo apresentada de forma clara, objetiva e com as informações essênciais para que todo o processo possa fluir de maneira rápida e eficaz.

Para as empresas do vestuário os autores recomendam ações simples, mas eficientes já descritas neste trabalho, é válido afirmar que são informações essências presente em uma ficha técnica, descrições estas que irão impactar diretamente no produto final.

Como sugestão de trabalhos futuros, cita-se a necessidade de criar um manual descritivo de ações simples e eficientes para o setor de estilo e desenvolvimento de produto dentro de uma confecção, podendo ser aplicado para todos os segmentos de moda.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Mário de. **Tecnologia Do Vestuário**. Editora da Fundação Calouste Gulbenkian Lisboa 1996 p.407/408.

BARRETO, Antonio A. M. **Qualidade e Produtividade na Indústria de Confecção**: **uma questão de sobrevivência**. Editora Midiograf Londrina 1997 p.175.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do dia a dia** 9ª edição Nova Lima. Minas Gerais, 2013 p.49.

GHINATO, Paulo. **Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. IN; Produção Competitiva, aplicações e inovações**. Editora Almeida & Souza, Editora Universitária da UFPE. Recife 2000. Apud MOLINA, Rafael Maioli. **Aplicação de Técnicas e Princípios da Manufatura Enxuta em Empresa do Vestuário:** Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

JURAN, Joseph M. A. **Qualidade desde o projeto; Novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços** 2ª edição. São Paulo Lengage Learning 2011. Apud UGLIARA, Bruno Henrique. **Ciclo PDCA e Ferramenta da Qualidade em Operações e Serviços de E-Commerce** Trabalham De Graduação Em Engenharia Mecânica- Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual Paulista, Campos Guaratinguetá 2013.

LEITE, Adriana Sampaio; VELLOSO, Marta Salgado. **Desenho Técnico de roupa feminina**. 2ª edição, Rio de Janeiro; Senac Nacional,2007.Apud LODI, Renata. **Diretrizes Para A Normalização De Desenhos Técnicos do Vestuário Para o Segmento de Malharia Circular**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Escola de Engenharia/Faculdade de Arquitetura). Programa de Pós Graduação em Design Mestrado em Design. Porto Alegre 2013.

MARSHALL, Isnard Junior. **Gestão da Qualidade** 10º edição. Rio de Janeiro-Editora FGV, 2010 p.90.

RIGUEIRAL, Carlota. **Design &Moda**: **como agregar valor e diferenciar sua confecção**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: Brasília, DF. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2002, p.184. (186, 187, 188,189).

ROZENFELD, H. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo. Editora Saraiva 2006. Apud FORNO, Ana JULIA Del. **A Padronização do Processo Como Primeiro Passo Para A Implementação Do Desenvolvimento Lean De Produtos-Evidência da Indústria Têxtil.** Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis/SC-Brasil (2015) Disponível em https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/5397
Acessado em 05/05/2017.

SAYEG, Carla Marcondes. **Gerência de Produtos de Moda**
São Paulo. Estação das Letras e Cores, Rio de Janeiro. Editora SENAC, Rio de Janeiro, 2015 1ª edição p.95.

TREPTOW, Doris. **Inventando Moda**: Planejamento de Coleção. 4ª edição Brusque/SC2007 p.166, 167, 168,169.

PÃO DE FORMA – ANÁLISE DAS EMBALAGENS EXISTENTES NO MERCADO ATUAL SOB O PONTO DE VISTA DA SUSTENTABILIDADE

Márcia Cristina Souza Camargo 1
Giselen Cristina Pascotto Wittmann 2

RESUMO

O pão de forma é um dos alimentos mais desperdiçados no mundo. Por isso, foi escolhido como objeto de estudo desta pesquisa. O objetivo é analisar os aspectos visuais e estruturais das embalagens dos seis principais fabricantes nacionais de pão de forma e propor um modelo de embalagem mais sustentável. A metodologia adotada foi baseada em uma pesquisa exploratória em que se avaliou a rotulagem socioambiental e a estrutura das embalagens de pão de forma sob o ponto de vista da sustentabilidade e também uma pesquisa qualitativa, em que se investigou o ponto de vista do consumidor a respeito do desperdício desse produto. Os resultados mostraram que a maioria dos consumidores acha que os atributos do rótulo, o sistema de fechamento e a quantidade de pão por embalagem devem ser revistos. Analisando as características do produto e os resultados obtidos nas pesquisas foi sugerido um modelo de *layout* de embalagem com comunicação socioambiental mais eficiente.

Palavras-chave: Pão de forma. Embalagem. Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A cada ano, aproximadamente um terço dos alimentos produzidos no mundo para consumo humano - cerca de 1,3 bilhão de toneladas - é desperdiçado. No Brasil, o índice de alimentos que vão para o lixo chega a 26,3 milhões de toneladas por ano. É o que indica o relatório de 2015 da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). Esse estudo aponta que 54% do desperdício de alimentos no mundo acontecem na fase inicial da produção, manipulação pós-colheita e armazenagem. Enquanto os 46% restantes ocorrem nas etapas de processamento, distribuição e consumo.

[1] Pós-graduada em Desenvolvimento e Produção de Embalagens Flexíveis na Faculdade SENAI de Tecnologia Gráfica – Designer de embalagens na Lua Nova Indústria e Comércio de Produtos Alimentícios Ltda. E-mail: marciacristina2604@gmail.com

[2] Graduada em Engenharia de Materiais na Universidade Presbiteriana Mackenzie – Instrutora de formação profissional na Escola SENAI Theobaldo De Nigris. E-mail: giselen.wittmann@sp.senai.br

O desperdício na etapa de consumo é o mais danoso em termos de perdas de recursos financeiros e naturais. Pois, tudo o que foi necessário para produzir e transportar o alimento até o domicílio é desperdiçado quando o alimento se perde no final da cadeia. Em países como o Brasil, onde a maior parte das sobras de alimentos ainda é descartada em lixões, o desperdício ainda acarreta impacto negativo via emissão de gases de efeito estufa (WWF, 2016).

De acordo com Wikström (2013), estima-se que 20% do desperdício de alimentos nos domicílios podem ser atribuídos às embalagens, que muitas vezes não cumprem a sua função primária, ou seja, proteger o produto. O mesmo estudo aponta que uma embalagem ecologicamente eficiente deve possuir as seguintes características: proteção mecânica, resselagem, fácil de abrir, fácil de segurar, fácil de dosar, fácil de limpar e esvaziar, conter a quantidade correta e data de validade funcional.

Um estudo de ACV realizado por Silvenius (2011) com o objetivo de comparar os impactos ambientais de diferentes opções de embalagens de alimentos, mostrou que, na maioria dos casos o impacto ambiental da produção de embalagens e da gestão de seus resíduos são desprezíveis em comparação ao próprio resíduo alimentar.

Sobre este assunto, Williams (2011) apontou que embalagens que reduzem o desperdício de alimentos podem ser uma ferramenta importante para reduzir o impacto ambiental total, mesmo que para isso haja um aumento no impacto da embalagem em si, principalmente para produtos com perdas elevadas, como é o caso do pão de forma, por exemplo.

O pão de forma é um dos produtos mais desperdiçados do mundo. Essa perda acontece principalmente na fase de consumo, quando o consumidor não consegue comer o pão inteiro antes da data de vencimento, que geralmente é de apenas cerca de 10 dias após a data de fabricação e acaba descartando a embalagem ainda com resíduos alimentares. Para evitar esse problema, além de todas as características citadas anteriormente é fundamental que a embalagem tenha uma comunicação socioambiental eficiente, que traga um modo de conservação funcional que realmente ajude o consumidor a preservar o alimento por mais tempo e evitar o seu desperdício.

O objetivo desta pesquisa é analisar os aspectos visuais e estruturais das embalagens dos principais fabricantes nacionais de pão de forma para definir qual marca possui a embalagem com os melhores atributos ambientais, a partir dessa

definição, propor um modelo de embalagem mais sustentável, se necessário, reformulando o seu layout para apresentar uma rotulagem socioambiental mais completa e funcional auxiliando o consumidor a conservar melhor o produto e consequentemente, diminuir o desperdício do pão, promovendo a diminuição do impacto ambiental do sistema produto/embalagem.

2. PÃO DE FORMA

O pão é composto basicamente de farinha de trigo, água, fermento biológico e sal (cloreto de sódio). Entretanto, outros componentes são adicionados em pequenas quantidades para melhorar as características da massa durante o processamento e a qualidade do produto final. Estes componentes podem ser gorduras vegetais, açúcares, emulsificantes, agentes oxidantes e enzimas (GANDRA, 2018).

2.1 Características do produto e do processo de produção

Os principais fatores que levam os produtos de panificação à perda de qualidade são a retrogradação (cristalização do amido, causando o endurecimento do produto), a perda ou o ganho de umidade e o crescimento de microrganismos, em particular de fungos que é o fator principal da limitação da vida útil de produtos de panificação. Quanto maior a quantidade de água no produto, maior será a sua tendência a perder umidade e maior será o seu potencial de desenvolvimento de fungos, devendo-se, portanto, controlar a perda de umidade do produto final (SARANTÓPOULOS; OLIVEIRA; CANAVESI, 2001).

As propriedades de barreira ao vapor d'água devem ser determinadas de acordo com a composição do produto que está sendo produzido. O pão de forma, por exemplo, geralmente é produzido em uma linha de produção que opera em larga escala e alta velocidade e não permite que o produto esfrie totalmente antes de ser embalado. Dessa forma é necessário um material de embalagem que seja suficientemente permeável ao vapor d'água para permitir que a superfície do produto perca umidade até atingir um teor inferior ao necessário para o crescimento de fungos, por isso, o polietileno de baixa densidade (PEBD) é o material mais utilizado para embalar o pão de forma.

2.2 Tecnologias para embalagens alimentícias

Pensando em prolongar a vida útil dos produtos e reduzir o uso de recursos

em toda a cadeira de suprimentos, diversas tecnologias foram introduzidas no mercado de embalagens alimentícias nas últimas décadas. O mercado de produtos de panificação trouxe inovações bem interessantes neste sentido, como as embalagens com atmosfera modificada *(Modified Atmosphere Packaging - MAP)* e os filmes com barreira ativa.

Os pães são excelentes candidatos para MAP e a tecnologia já é amplamente utilizada para esse gênero alimentício. No entanto, é preciso se obter concentrações residuais de oxigênio muito baixas, o que é muito difícil de ser alcançado em produtos de panificação. O interior poroso desse tipo de produto tende a aprisionar o O_2 que é liberado gradualmente depois que o produto é embalado, alterando a composição gasosa de espaço livre da embalagem o que favorece o desenvolvimento microbiológico e a maior velocidade de perda de qualidade do alimento. Absorvedores de oxigênio em forma de sachês contendo sais de ferro, que reagem rapidamente com o oxigênio, tem sido usados para este propósito (ROBERTSON, 1992).

Os tipos de micróbios que podem causar deterioração em pães são principalmente os “moldes” que são micróbios aeróbicos, ou seja, precisam do oxigênio do ar para o seu crescimento. Assim, excluir o oxigênio e usar uma alta proporção de dióxido de carbono (até 100%) é uma maneira altamente eficaz de aumentar significativamente a vida útil desses produtos.

A Cryovac, em parceria com a Sealed Air’s Food Care introduziu a “Cryovac MAP for Bakery”, uma embalagem especialmente projetada para reduzir a deterioração de produtos de padaria especiais como pães sem glúten, por exemplo, que podem ser suscetíveis ao molde. Essa tecnologia utiliza um processo diferente de MAP com um filme de barreira ativa que modifica o oxigênio dentro da embalagem ao invés de eliminá-lo e prolonga a vida útil do produto para até 40 dias.

Poderia-se citar várias outras tecnologias de embalagens que seriam capazes de prolongar a vida útil do pão de forma, porém, o intuito dessa pesquisa não é apenas modificar a embalagem para fazer o produto durar mais, mas sim, reformular a embalagem respeitando e seguindo os três pilares da sustentabilidade, ou seja, aspectos ambientais, econômicos e sociais.

Para esse tipo de produto, que possui uma produção em larga escala e um preço relativamente baixo, comparado a outros tipos de pães, seria economicamente inviável substituir o filme de PEBD por uma embalagem com atmosfera modificada,

por exemplo, que exigiria um alto investimento em linha de produção e insumos, consequentemente, encarecendo o produto.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada está voltada principalmente para dois tipos de pesquisas: pesquisa exploratória, a fim de investigar como estão as embalagens atuais desse tipo de produto e pesquisa qualitativa, importante instrumento para avaliar e entender qual é o ponto de vista do consumidor a respeito do desperdício desse tipo de pão. O pão de farinha branca foi escolhido como objeto de estudo para esta pesquisa por ser o pão de forma mais consumido no Brasil.

3.1 Pesquisa exploratória

Realizou-se um levantamento das embalagens dos seis principais fabricantes nacionais de pão de forma de farinha branca. Estes foram nomeados por letras seguindo a sequência alfabética, Fabricante A, ... e Fabricante F. As embalagens foram analisadas levando-se em conta os atributos visuais que contribuem para a eficiência da sua comunicação socioambiental. São eles:

- **Modo de conservação:** contém instruções detalhadas para a conservação do produto e devem ser específicas para pães de forma.
- **Dicas para evitar o desperdício**: contém dicas e receitas criativas para evitar o descarte das últimas fatias, principalmente quando estiver próximo da data de vencimento.
- ***Box* datador:** está em local visível para o consumidor, de preferência no painel frontal, com fundo branco e contém a data de validade com letras legíveis.
- **Simbologia NBR ISO 14021:2017 -** Rótulos e declarações ambientais - Autodeclarações ambientais - rotulagem do tipo II: está em um local visível, com letras em um tamanho legível, de preferência maior que um milímetro e contraste com o fundo.

Cada atributo foi analisado conforme suas características visuais como visibilidade do local, tamanho da letra, contraste com o fundo e, no caso do modo de conservação, foi analisado também a funcionalidade desse atributo.

- **Visibilidade do local**: analisou-se a facilidade que o consumidor tem para encontrar a informação na embalagem. Essa característica é especialmente

importante para o atributo *Box* datador.

- **Tamanho da letra:** no Brasil, o tamanho de letra mínima permitido para embalagens alimentícias e de um milímetro para a caixa baixa. Porém, muitas vezes esse tamanho não é suficiente para dar uma boa legibilidade, principalmente para os consumidores de terceira idade. Pode-se considerar que um bom tamanho de letra para embalagens é aquele em que o consumidor consegue ler a informação a cerca de 40 cm de distância. No geral, as embalagens que apresentaram informações referentes aos atributos citados com o tamanho mínimo de letra, tiveram a menor nota para a característica analisada.

- **Contraste com o fundo:** essa característica é muito importante para a legibilidade da informação. No geral, os atributos que apresentaram a informação impressa na cor preta ou muito escura em fundo branco ou muito claro, tiveram uma melhor avaliação para esse critério.

- **Funcionalidade:** essa característica foi analisada apenas no atributo "Modo de conservação". É um fator extremamente importante para o consumidor, já que, com dicas de conservação mais completas, personalizadas e levando em consideração as características do produto, provavelmente o consumidor vai conservar melhor o produto e, provavelmente, consumi-lo até o final.

3.2 Pesquisa qualitativa

Foi realizada uma pesquisa qualitativa utilizando questionário on line por meio da plataforma Google Documentos. Os dados foram coletados entre os dias 12 e 24 de julho de 2017. Houve um total de 136 respostas válidas das quais 78 se enquadraram no público alvo da pesquisa (pessoas com idade entre 30 e 50 anos de classes sociais B ou C).

Esta pesquisa foi estruturada em duas fases. A primeira fase está relacionada a estatística descritiva e a caracterização da amostra. A segunda fase parte está relacionada a uma análise inferencial e possui 15 questões fechadas de análises multivariadas que possuem pontuações variando de 1 a 10, onde 1 significa que o entrevistado discorda totalmente e 10 que concorda totalmente com a afirmação. Essas questões buscam capturar aspectos e características que, na percepção do indivíduo, influenciam na conservação e no desperdício do produto.

As 15 perguntas foram agrupadas em quatro fatores: **fator 1**: atributos do rótulo, **fator 2: s**istema de fechamento da embalagem, **fator 3:** quantidade de pão por

embalagem e **fator 4:** característica de produção e armazenamento.

Com o objetivo de agrupar os diferentes indivíduos em grupos homogêneos de percepção sobre os fatores associados ao desperdício do pão de forma, implementou-se uma análise de conglomerados que, por meio do Cluster K-médias, definiu a formação de três grupos. Nesta análise utilizou-se 14 das 15 variáveis já que a variável *"Ja descartei pão por presença de fungos, mesmo estando o produto dentro da validade"* não apresentou poder discriminatório para a formação dos grupos e por isso foi eliminada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Pesquisa exploratória

Os resultados da pesquisa exploratória estão apresentados no Quadro 1: Análise visual das embalagens e Quadro 2: Análise estrutural das embalagens (APÊNDICE A).

Em relação aos atributos: modo de conservação e *box* datador, os Fabricantes D e B foram os que tiveram melhores avaliações, respectivamente. O Fabricante D, além de apresentar o modo de conservação mais completo e específico para o pão de forma, também possui o *box* datador localizado corretamente no painel frontal e com uma boa leitura das informações. Já o fabricante B obteve a melhor avaliação para o *box* datador, pois além de estar no localizado corretamente, também possui fundo branco com impressão em preto e letras grandes, o que garante a legibilidade da informação. Já o no modo de conservação, este fabricante apresentou a informação com letras pequenas e pouco detalhadas, dando maior destaque para ilustrações.

O Fabricante A é o que melhor atende ao atributo "simbologia NBR ISO 14024:2001", pois apresenta os elementos gráficos de declaração ambiental dentro dos critérios de avaliação estabelecidos nesta pesquisa.

O atributo "dicas para evitar o desperdício" não está presente em nenhuma das embalagens analisadas.

Em relação às estruturas das embalagens analisadas, todas, exceto a do Fabricante F são feitas de PEBD, com espessura de 30 ou 40 µm com soldas laterais, sanfona no fundo com cerca de 45 mm e um sistema de fechamento simples por meio de um arame de metal de baixa espessura revestido com PVC, que também é usado

para fechar a embalagem após cada consumo e possuem prazo de validade de cerca de 11 a 12 dias.

A embalagem do fabricante F é do tipo *flow pack* com selagem no verso, em cima e em baixo e estrutura laminada de polipropileno biorientado (BOPP) mate com espessura de 20 µm e PEBD com espessura de 40 µm. Esta embalagem é a mais sustentável entre as embalagens analisadas, em relação à estrutura. Isso ocorre porque se utilizou um filme de BOPP, que possui maior barreira ao vapor de água. O sistema de fechamento é feito por selagem à quente, que protege melhor o produto e, consequentemente, aumenta o *shelf life* para cerca de 60 dias, enquanto os demais fabricantes garantem a qualidade do produto por apenas de 10 dias. Após a abertura da embalagem sistema de fechamento é parecido com os demais, apenas com a diferença que o arame usado para o fechamento da embalagem é mais rígido.

Para um consumidor que compra o produto para consumi-lo em poucos dias, essa estrutura diferenciada não traz muitas vantagens, já que depois de aberta a embalagem, o prazo de validade do produto é de apenas sete dias. Porém, se analisar o sistema de embalagem de uma forma mais ampla, o ganho ambiental e financeiro pode ser significativo, levando em consideração que o produto que chega ao ponto de venda e não é vendido antes do prazo de validade volta para o fabricante que precisa repor o produto ao varejista.

Dependendo de produto e do fabricante, essa troca de produtos vencidos por produtos novos, pode chegar a até 20 % de todo o volume produzido o que representa um prejuízo considerável para o fabricante que não consegue reaproveitar o produto vencido e acaba, por exemplo, vendendo para empresas que produzem ração para animais. Nesse cenário, essa perda também representa um grande prejuízo para o meio ambiente, pois pelo menos 20% de todos os recursos consumidos na fabricação desses pães como matéria prima, energia, água, custos com sistema de logística, custos com a conversão de embalagens etc., também acabam sendo desperdiçados junto com a produção que não é vendida.

4.2 Pesquisa qualitativa

Os resultados da primeira fase estão apresentados no Quadro 3 (APÊNDICE B), no qual constam as seis questões fechadas que capturaram aspectos

sócioeconômicos e de consumo de pães de forma e seu desperdício, juntamente com os resultados obtidos para cada uma das questões.

As respostas atribuídas a cada um dos fatores definidos na segunda fase foram apresentadas nos Diagramas 1, 2, 3 e 4 (APÊNDICE B). À direita são apresentados os diagramas de caixa, que permitem observar melhor a organização e o posicionamento de cada grupo a respeito das perguntas abordadas na pesquisa. O posicionamento das caixas no eixo X representa a concentração de respostas para cada grupo onde a mediana (linha preta interna nos gráficos) representa a pontuação média para cada pergunta. Os traços que saem das caixas representam as pontuações mínimas à esquerda e máximas à direita para cada uma das perguntas.

De acordo com os resultados apresentados nos Diagramas 1, 2, 3 e 4, conclui-se que:

- **Grupo 1 - 33 indivíduos:** concordou fortemente com todas as variáveis da pesquisa.
- **Grupo 2 - 19 indivíduos:** de forma geral, concordam um pouco ou discordam com os fatores: atributos do rótulo, sistema de fechamento mais eficiente e dimensionamento da quantidade de pão.
- **Grupo 3 - 26 indivíduos:** concorda com os fatores: atributos do rótulo, sistema de fechamento e quantidade do produto por embalagem.

Assim, para o fator **atributos do rótulo**, os grupos 1 e 3 concordam que esses atributos são potenciais indutores de desperdício de pão. Para o fator **sistema de fechamento da embalagem** os mesmos grupos 1 e 3 concordam que esse fator também pode induzir ao desperdício do produto. Com relação a **quantidade de pão por embalagem**, novamente os grupos 1 e 3 concordam que esse fator pode levar o consumidor ao desperdício. Por fim, para o fator **características da produção e armazenamento** apenas o grupo 1 concorda que esse pode ser um fator que induz ao desperdício do pão.

A partir dos resultados obtidos nas pesquisas, criou-se um exemplo de *layout* de embalagem com comunicação socioambiental para pão de forma (APÊNDICE C).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo analisar os aspectos visuais e estruturais das embalagens dos seis principais fabricantes nacionais de pão de forma e propor um

modelo de embalagem mais sustentável.

A análise visual demonstrou que o Fabricante D apresenta a melhor comunicação socioambiental entre as seis embalagens analisadas, porque o atributo "modo de conservação" é específico para pão de forma, enquanto os demais apresentam dicas de conservação genéricas que são geralmente usadas para todos os tipos de produtos alimentícios. Baseada na análise visual das embalagens foi proposto um *layout* de embalagem com comunicação socioambiental para pão de forma.

A análise estrutural demonstrou que o Fabricante F apresenta a embalagem mais sustentável, porque possui uma estrutura diferenciada para pão de forma, possibilitando aumento do prazo de validade e redução da frequência de troca no ponto de venda. É também o único que traz uma porção reduzida com 400 g ao invés de 500 g como os outros fabricantes, uma característica que, possivelmente, ajuda o consumo de produto por completo ou pelo menos a redução do desperdício.

Na pesquisa qualitativa os resultados apontam que a maioria dos indivíduos acha que os atributos do rótulo, o sistema de fechamento e a quantidade de pão por embalagem devem ser revistos, pois a maioria dos entrevistados atribuiu esses fatores como as principais causas de desperdício do produto. Já um menor grupo de entrevistados deu importância às características de produção e armazenamento.

Portanto, concluiu-se que os atributos do rótulo estão entre as causas principais de desperdício do produto, sendo fundamental a adoção de uma comunicação socioambiental nas embalagens pelos fabricantes de pão de forma.

REFERÊNCIAS

WWF-BRASIL. **Desperdício de alimentos é tema de campanha liderada pela Embrapa, Fao e WWF-Brasil.** Disponível em: <http://www.wwf.org.br/?54542>. Acesso em: 25 abr. 2017.

GANDRA, K. M. et al . **Aplicação de lipase e monoglicerídeo em pão de forma eriquecido com fibras**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas , v. 28, n. 1, p. 182-192, Mar. 2008. Disponível em: < http: //www.scielo.br/scielo.php?script=sci_ arttext&pid=S0101-20612008000100027& lng=en&nrm=isso>. Acesso em: 26 jun.2018.

PACKAGINGDIGEST. ***New map pack gives franz bread a 40 day shelf life***. Disponível em: <http://www.packagingdigest.com/modified-atmosphere-packaging/map-pack-givesfranz-bread-40-day-shelflife-141103>. Acesso em: 08 maio 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. ***Report of the 2015 series of international conferences on food loss and waste reduction - Recommendations on Improving Policies and Strategies for Food Loss and Waste Reduction***. Disponível em: <http://www.fao.org/home/en/>. Acesso em: 22 abril 2017.

ROBERTSON, G.L. **Food Packaging – Principles And Practice**. New York: Marcel Decker, Inc., 1992. 676p.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M. DE; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. 2. ed. Campinas: CETEA – Centro de Tecnologia de embalagem, 2002. 56 a 60p.

SILVENIUS F., KATAJAJUURI, JM., GRÖNMAN, K., SOUKKA, R., KOIVUPURO HK., VIRTANEN, Y. ***Role of Packaging in LCA of Food Products. In: Finkbeiner M (ed) Towards Life Cycle Sustainability Man-agement.*** Springer. ISBN 978-94-007-1898-2, p. 359–370, 2011.

WIKSTRÖM, F.; WILLIAMS, H.; VERGHESE, K.; CLUNE, S. **A influência dos atributos da embalagem no comportamento do consumidor em estudos de avaliação do ciclo de vida de embalagens alimentícias - um tema negligenciado**. Journal of Cleaner Production p.1-9, 2013.

WILLIAMS, H.; WIKSTRÖM, F. **Impacto ambiental das embalagens e das perdas de alimentos sob uma perspectiva de ciclo de vida: uma análise comparativa de cinco alimentos.** Journal of Cleaner Production p.43-48, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Resultados da pesquisa exploratória

Quadro 1 - Análise visual das embalagens

Comunicação Socioambiental	Características	Fabricante					
		A	B	C	D	E	F
Modo de Conservação	Visibilidade do local	1	4	2	3	4	2
	Tamanho da letra	1	1	2	2	4	2
	Contraste com o fundo	4	2	3	3	4	1
	Funcionalidade	1	1	1	4	1	1
Dicas para evitar o desperdício	Visibilidade do local						
	Tamanho da letra						
	Contraste com o fundo						
	Funcionalidade						
Box Datador	Visibilidade do local		4		4		
	Tamanho da letra		4		4		
	Contraste com o fundo		4		3		
ISO 14021:2017 Rotulagem Ambiental Tipo II: Rótulos e declarações ambientais	Visibilidade do local	3	3	3	2		4
	Tamanho da letra	4	1	1	1		1
	Contraste com o fundo	4	4	3	3		1
	Total	18	28	15	29	16	12

Não Possui	Ruim	Razoável	Bom	Excelente
	1	2	3	4

Fonte: As autoras.

Quadro 2 - Análise estrutural das embalagens

	Fabricante					
	A	B	C	D	E	F
Tipo de embalagem	Saco	Saco	Saco	Saco	Saco	Flowpack
Substrato	PEBD	PEBD	PEBD	PEBD	PEBD	BOPP mate/ PEBD
Espessura (µm)	30	40	40	30	30	60
Dimensões (mm)	965x210	990x205	1020x210	991x205	962x205	230x370
Validade	11 dias	11 dias	12 dias	11 dias	11 dias	60 dias
Peso do produto	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	400 g
Preço médio	R$ 6,00	R$ 4,20	R$ 5,50	R$ 4,60	R$ 3,80	R$ 4,50

Fonte: As autoras.

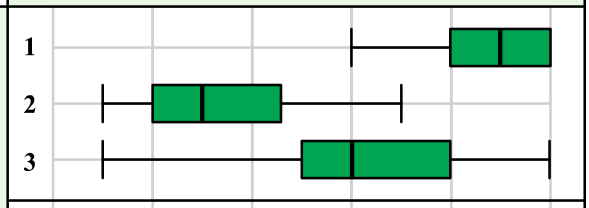
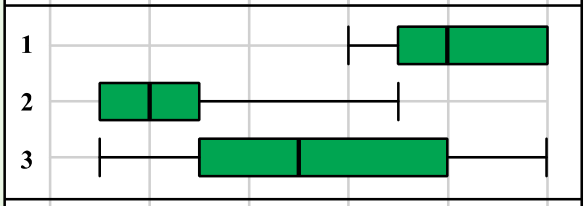
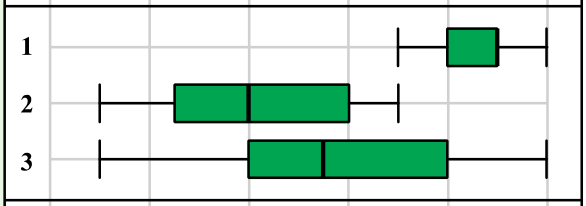
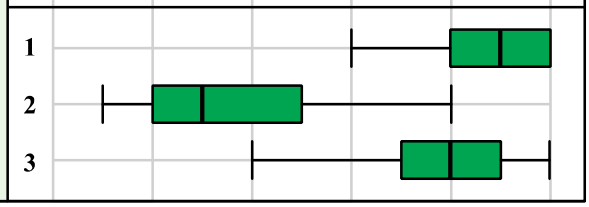
APÊNDICE B – Resultados da pesquisa qualitativa

Quadro 3 – Fase 1: estatística descritiva e a caracterização da amostra

Perguntas	Alternativas	Resultados
1- Qual a sua faixa de idade?	a) Menor de 18 anos	4,4
	b) de 18 a 29 anos	12,5
	c) de 30 a 50 anos	72,1
	d) mais de 50 anos	11,0
2- Qual a sua faixa de renda familiar?	a) Acima 20 Salários Mínimos	1,5
	b) De 10 a 20 Salários Mínimos	21,3
	c) De 4 a 10 Salários Mínimos	51,5
	d) De 2 a 4 Salários Mínimos	25,7
3- Você ou sua família consomem pão de forma? Que tipo?	a) Não consome	2,9
	b) Sim, apenas pão de farinha branca	21,3
	c) Sim, apenas pão de farinha integral	21,3
	d) Sim, os dois tipos	54,4
4- Na sua família, o pão de forma (de farinha branca ou integral):	a) nunca é desperdiçado	20,6
	b) raramente é desperdiçado	58,8
	c) é desperdiçado na maioria das vezes que é comprado	20,6
	d) é desperdiçado em todas as vezes que é comprado	5,1
5- Nas vezes em que o produto é desperdiçado, normalmente, quantas fatias são descartadas?	a) 1 fatia	25
	b) 2 ou 3 fatias	53,7
	c) 4 ou 5 fatias	15,4
	d) 6 ou mais fatias	5,9
6- Nas vezes em que o produto foi considerado em condições inadequadas para consumo, antes da data de vencimento, normalmente, atribuo a responsabilidade a:	a) Ao fabricante por utilizar ingredientes inadequados ou processo produtivo contaminado.	15,4
	b) Ao distribuidor por não garantir ambiente adequado para o transporte dos produtos.	2,9
	c) À unidade vendedora por não oferecer condições adequadas de armazenamento do produto.	17,6
	d) A mim mesmo por não atender as orientações de conservação do produto descritas na embalagem.	41,9
	e) Ao material de embalagem inadequado para manter as propriedades do produto.	22,1

Fonte: As autoras.

Diagrama 1 - Fase 2: análise inferencial – Fator 1: Atributos do rótulo

Fator 1: Atributos do Rótulo		Score
Variável		0 2 4 6 8 10
O desperdício poderia ser reduzido caso fosse empregado uma embalagem com a data de validade em um local mais visível e um modo de conservação mais completo e específico para pão de forma.	Grupos	
O desperdício ocorre em decorrência de que as embalagens de pão de forma não contém orientações sobre como conservar adequadamente o produto até a data do seu vencimento.		
O desperdício seria reduzido caso fosse empregado melhor sistema de armazenamento do pão nas prateleiras das unidades de venda.		
O desperdício poderia ser reduzido se na embalagem existissem textos educativos com dicas e informações sobre como o problema poderia ser evitado.		

Fonte: As autoras.

Diagrama 2 - Fase 2: análise inferencial – Fator 2: Sistema de fechamento da embalagem

Fator 2: Sistema de Fechamento da embalagem		Score
Variável		0 2 4 6 8 10
O desperdício seria reduzido caso fosse usado uma embalagem que proteja melhor o produto.	Grupos	1 2 3
O desperdício seria reduzido caso fosse introduzido um sistema de "abre e fecha" mais eficiente.		1 2 3
O desperdício ocorre em decorrência das embalagens não possuirem um sistema eficiente de fechamento e o produto acaba perdendo as suas propriedades antes de ser consumido totalmente.		1 2 3

Fonte: As autoras.

Diagrama 3 - Fase 2: análise inferencial – Fator 3: Quantidade de produto por embalagem

Fator 3: Quantidade de produto por embalagem		Score
Variável		0 2 4 6 8 10
O desperdício seria reduzido caso a embalagem fosse menor e contivesse uma menor quantidade de produto.	Grupos	1 2 3
O desperdício de pão de forma ocorre em decorrência da minha família ser pequena e não conseguir consumir o produto inteiro antes do vencimento.		1 2 3

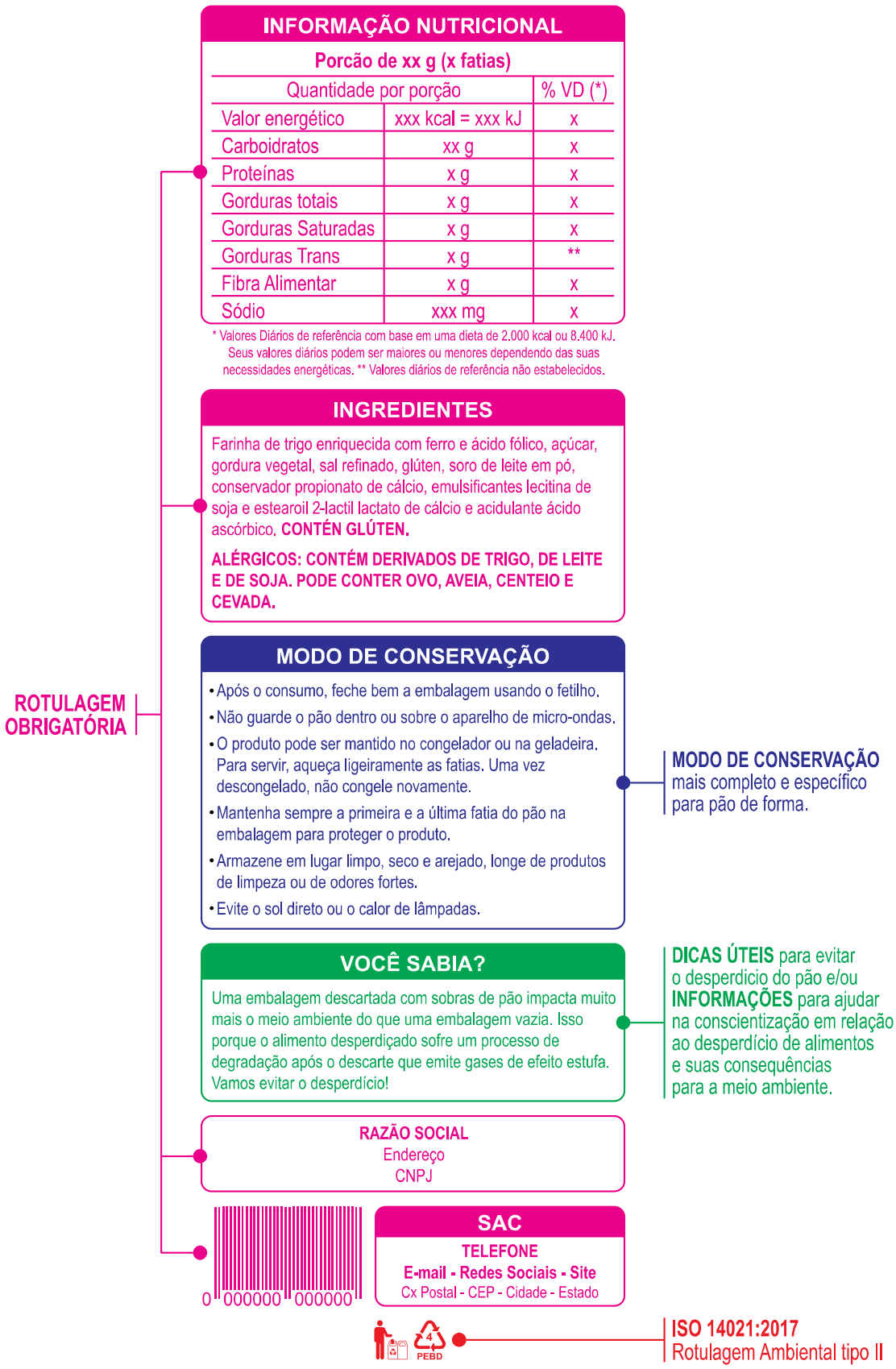
Fonte: As autoras.

Diagrama 4 - Fase 2: análise inferencial – Fator 4: Características de produção e armazenamento

Fator 4: Características de produção e armazenamento		**Score**
Variável		**0 2 4 6 8 10**
Na maioria das vezes atribuo ao centro de venda a responsabilidade do desperdício de pão causada por má armazenamento do produto na loja.	**Grupos**	**1 2 3**
Na maioria das vezes atribuo à empresa fabricante a responsabilidade do desperdício de pão causada por más condições de produção ou uso de ingredientes inadequados.		**1 2 3**
O desperdício seria reduzido caso fosse usado, no processo de produção do pão, ingredientes de melhor qualidade.		**1 2 3**

Fonte: As autoras.

APÊNDICE C – Exemplo de *layout* de embalagem com comunicação socioambiental para pão de forma



O PAPEL DO DESIGN DE MODA NA PERSPECTIVA DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Daniele Correa Scarso[1]
Dilara Rúbia Pereira [2]
Fernanda Marinho Pereira da Silva[3]
Wan Chi Ming[4]

RESUMO

O presente artigo abordou a evolução da indústria, enfatizando a quarta revolução industrial e suas características, e o impacto desse movimento no universo da moda. Descreve como o design de moda se insere nesse contexto e como o design como método de projeto pode resolver as problemáticas do período atual; criando produtos inovadores e diferenciados para atender ao novo perfil de consumidor, que está mais conectado e presente nos processos de manufatura.

Palavras-chave: Quarta Revolução Industrial. Tecnologia. Moda. Design de Moda. Personalização

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, estudiosos apontam a quarta revolução industrial, que é responsável pela automatização da manufatura. “O termo Indústria 4.0 se refere à Quarta Revolução Industrial e é frequentemente entendido como aplicação do conceito genérico de Sistemas Ciberfísicos nos sistemas de produção”. (BRUNO, 2016, p 36).

A moda é fenômeno dinâmico que capta as mudanças e tendências do mercado e as transfere para seus produtos. Assim, os avanços tecnológicos ocorridos no ultimo século provocaram mudanças no sistema de criação e produção de moda, evidenciando a transição de um processo estilístico, atrelado ao mundo das artes, para um processo

1 Especialista em Gestão de Design na Faculdade de Tecnologia SENAI Antoine Skaf – Assistente de Estilo da Dicacon. E-mail: daniele_scarso@yahoo.com.br
2 Doutora em Gestão de Projetos na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) – Responsável pelos cursos de Graduação e Pós Graduação da Faculdade de Tecnologia SENAI Antoine Skaf. E-mail: dilara.rubia@sp.senai.br
3 Mestre em Têxtil e Moda na Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH – USP) – Técnica de Ensino da Escola SENAI Francisco Matarazzo. E-mail: fernanda.marinho@sp.senai.br
4 Mestre em Têxtil e Moda na Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH – USP) – Técnico de Ensino da Escola SENAI Francisco Matarazzo. E-mail: wan.ming@sp.senai.br

industrial, como cultura de projeto. Dessa perspectiva, a moda faz referência, a um conjunto de processos de criação e produção de novos produtos, pautados num cenário mercadológico que exige a configuração de produtos planejados com base em metodologias do design. A moda tem, assim, uma nova realidade a desafiá-la, sobretudo no que se refere a dimensão estratégica conduzida pelo design. (NICCHELLE, 2011).

Assim, nesse artigo, abordou-se a relação da indústria, mais especificamente a quarta revolução industrial com as diretrizes da moda e do design. Uma vez que, a moda é um fenômeno dinâmico que projeta mudanças frequentes e regulares nos ambientes culturais, sociais, políticos, econômicos e estéticos. (BRUNO, 2016).

2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1. Características da Quarta Revolução Industrial

O conceito de Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial surgiu na Alemanha, como nome de um programa criado pelo governo com objetivo de promover a automatização da manufatura e assim, aumentar a produtividade das linhas de produção, gerando maior competitividade com a indústria internacional através de fábricas inteligentes. Segundo a Confederação Nacional da Indústria (2016), tem como características a incorporação da digitalização à atividade industrial, a integração e controle da produção a partir de sensores e equipamentos conectados em rede e da fusão do mundo real com o virtual, criando os chamados sistemas ciberfísicos e viabilizando o emprego da inteligência artificial.

A Quarta Revolução Industrial é a revolução do conhecimento e da comunicação. Uma revolução digital. Segundo Klaus Schwab, autor do livro A Quarta Revolução Industrial:

Estamos a bordo de uma revolução tecnológica que transformará fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. Em sua escala, alcance e complexidade, a transformação será diferente de qualquer coisa que o ser humano tenha experimentado antes. (Perasso, 2017)

Conforme boletim da Fundação Dom Cabral (2016), esta revolução digital tem base em tecnologias como internet móvel, inteligência artificial, automação, “machinelearning” (termo utilizado para robôs e computadores que podem se auto programar e chegar a soluções, partindo de princípios pré-determinados, incorrendo em aprimoramentos nesta capacidade de autoprogramação), o aperfeiçoamento de sensores que

possibilita a internet das coisas (rede de objetos físicos, sistemas, plataformas e aplicativos com tecnologia embarcada para comunicar, sentir ou interagir com ambientes internos e externos), aprimoramentos no campo genético e na nanotecnologia.

Segundo relatório do BCG (Boston Consulting Group) são nove as principais tecnologias da indústria 4.0: robôs automatizados, manufatura aditiva, simulação, integração horizontal e vertical de sistemas, internet das coisas, Big Data e Analytics, nuvem, segurança cibernética e realidade aumentada.

Os robôs automatizados além das funções atuais, futuramente serão capazes de interagir com outras máquinas e com os humanos, tornando-se mais flexíveis e cooperativos. Segundo Bruno (2016), o uso de automação e robótica varia desde simples operações de transporte até robôs com sistemas de visão integrados e capacidade de adaptação em tempo real.

a) A Manufatura Aditiva tem a produção de peças, por meio de impressoras 3D, que moldam o produto por meio de adição de matéria-prima, sem o uso de moldes físicos.
b) A Simulação permite operadores testarem e otimizarem processos e produtos ainda na fase de concepção, diminuindo os custos e o tempo de criação.
c) Integração horizontal e vertical de sistemas são sistemas de TI que integram uma cadeia de valor automatizada, por meio da digitalização de dados. Assim, pode-se unir produção a todas as demais atividades necessárias para a agregação de valor percebido pelo consumidor.
d) A Internet das coisas industrial conecta máquinas, por meio de sensores e dispositivos, a uma rede de computadores, possibilitando a centralização e a automação do controle e da produção.
e) O Big Data e Analytics identifica falhas nos processos da empresa, ajuda a otimizar a qualidade da produção, economiza energia e torna mais eficiente a utilização de recursos na produção. Conforme Bruno, Big Data é a capacidade de armazenar e tratar um volume muito grande de informações para que se tornem úteis e inteligentes.
f) Nuvem é um banco de dados criado pelo usuário, capaz de ser acessado de qualquer lugar do mundo, por meio de uma infinidade de dispositivos conectados à internet.
g) Segurança cibernética, possibilitando meios de comunicação cada vez mais confiáveis e sofisticados.

h) Realidade aumentada: sistemas baseados nesta tecnologia executam uma variedade de serviços, como selecionar peças em um armazém e enviar instruções de reparação por meio de dispositivos móveis.

Ainda tratando-se de novas tecnologias que estarão presentes na Indústria 4.0, Bruno aponta as tecnologias sustentáveis permitirão a redução do consumo de água e de energia; minimização de rejeitos, de desperdícios e do emprego de substâncias perigosas; produção de tecnologias com energias limpas e de produtos de alto desempenho ambiental.

Os produtos inteligentes e conectados serão fundamentais para o funcionamento da indústria 4.0 e sua rede conectada. Tendo por características componentes físicos: partes mecânicas e elétricas; componentes inteligentes: que amplificam e melhoram as qualidades dos componentes físicos, como os sensores, microprocessadores, armazenamento de dados, softwares e sistemas operacionais; e componentes de conectividade: englobam as portas de comunicação, permitem as conexões. Essa composição de itens que são capazes de trocar informações, compartilharem recursos e tomar decisões, possui grande potencial tecnológico.

Sendo esta a revolução do conhecimento e da comunicação, é essencial que as organizações aprendam a transformar informação em conhecimento para obter a vantagem competitiva. A tecnologia nos liga, mas não nos comunica.

2.1.1. Premissas da Quarta Revolução Industrial

No Fórum Mundial de Davos, encontro anual que reúne líderes da economia mundial e organismos internacionais, que aconteceu em janeiro de 2017, palavras como nanotecnologias, neurotecnologias, robôs, inteligência artificial, biotecnologia, sistemas de armazenamento de energia, drones e impressoras 3D, foram utilizadas para descrever as premissas para a Indústria 4.0. Uma pesquisa apresentada neste fórum aponta que os 70% dos empresários tem expectativas positivas para a quarta revolução industrial.

Em nível nacional, o Núcleo de Inovação e Empreendedorismo da Fundação Dom Cabral, aponta como o principal desafio relacionado à indústria 4.0, o fato de os níveis de entendimento sobre o tema pelas lideranças públicas e privadas estarem abaixo do necessário para adequar os sistemas econômico, social e político às mudanças que estão por vir. Segundo a Confederação Nacional da Indústria (2016), o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil envolve desafios que vão desde os investimentos em equipamentos para incorporação das novas tecnologias, à adaptação de layouts, criação de novas especialidades e desenvolvimento de competências; e a adaptação de processos e das formas de

relacionamento entre empresas ao longo da cadeia produtiva. Para Rifkin, a parceria entre as empresas será o sucesso na nova economia: "A parceria que está se formando na nova economia em rede que é a chave para o sucesso comercial".

Uma questão fundamental para viver a cultura da indústria 4.0 é a visão de projetos, que o design de qualquer área ajuda a desenvolver. Neste artigo, em específico, tratar-se-á do Design de Moda.

2.2. O que é Design de Moda?

O design é um campo de conhecimento constituído por um pensamento, pela concepção e por uma produção, sendo estes orientados ao cenário futuro a partir de uma intenção destinada a ser real. Fazer design significa trabalhar com o futuro, executando a concepção e o planejamento daquilo que virá a existir, anunciando novos caminhos e possibilidades. O design diz respeito a atuar em um projeto desde a sua elaboração, do desenvolvimento até o acompanhamento de sua aplicação. Criar, desenvolver, implantar um projeto significa pesquisar e trabalhar com referências culturais e estéticas, tecnológicas, interdisciplinares e transdisciplinares, saber compreender o objetivo desse projeto, estabelecendo e determinando o seu conceito e a sua proposta. (MOURA, 2008). Segundo Saltzman (2008), o processo do design começa na proposição de um objeto imaginário e culmina na realização de um objeto material: nasce de uma ideia e se concretiza numa forma.

Já o conceito de moda apareceu no final da Idade Media, no século 15, e princípio da Renascença, na corte de Borgonha. Segundo Palomino (2002), com o desenvolvimento das cidades e a organização da vida das cortes e a aproximação das pessoas na área urbana levou ao desejo de imitar. Os burgueses enriquecidos pelo comercio passaram a copiar as roupas dos nobres. Estes ao tentarem variar suas roupas e diferenciar-se dos burgueses, deram origem a ideia de moda: os burgueses copiavam, os nobres inventavam algo novo e assim sucessivamente. "A palavra moda vem do latim modus, significando modo, maneira. Em inglês, moda é fashion, corruptela da palavra francesa façon, que também quer dizer modo, maneira. (PALOMINO, 2002). A moda é um sistema que acompanha o vestuário e o tempo, que integra o simples uso das roupas no dia a dia a um contexto maior, politico, social, sociológico. Moda é muito mais do que a roupa.

Para Nicchelle (2011), o design e a moda podem ser considerados campos amplos e complexos relacionados ao universo da criação de objetos da cultura, mesclando-se pelo seu caráter criativo, resultado de um conjunto de conhecimentos desenvolvidos entre

saber técnico e arte. Assim, pode-se observar que a moda e o design se aproximam. O design não somente como palavra, mas como conceito passou a fazer parte do universo da moda. Conforme Moura, no design de moda a criatividade e a inovação estão sempre presentes. Soluções ou propostas são trabalhadas e destinadas as esferas produtivas, econômicas e tecnológicas, podendo estabelecer também relações sociais, ambientais e culturais, conforme o conceito, a proposta e o segmento da indústria e do mercado de moda para o qual o designer de moda atua. Segundo Feghali (2004), durante o processo de criação, o design de moda leva em conta não só aspectos artísticos e sociais, mas também a necessidade de atender as tendências de marketing e avanços técnicos da indústria. A moda e o design se aproximam por meio da cultura de projeto e essa aproximação os torna relevantes a partir do momento em que ambos enfrentam o desafio mercadológico, do período contemporâneo, que exige a antecipação e a criação de produtos que satisfaçam as necessidades dos consumidores, prevendo negócios e mercados futuros. (NICCHELLE, 2011). Apontando, dessa forma, a função do design de moda no mercado atual.

3. METODOLOGIA

3.1. O papel do Design de Moda na perspectiva da Quarta Revolução Industrial

O cenário atual não apresenta respostas definitivas para as necessidades sociais e não indica um caminho a seguir, mas aponta para realidades mutantes, onde o caminho deve ser sempre projetado e redefinido durante o percurso. Neste cenário dinâmico e fluído, o principal desafio apresentado no campo do Design está na capacidade de gestão da complexidade e na habilidade de manipulação das informações disponíveis para estimular e alimentar constantemente o mercado por meio de novas ofertas adequadas a evolução dos sistemas sociais, buscando a inovação e diferenciação. (NICCHELLE; LINDEN, 2017). Para vencer esse desafio, o Design de Moda, em específico, deve ficar atento para as tendências que a indústria 4.0 aponta e para as estratégias do campo do design que podem auxiliar na gestão das informações, como a visão de projetos.

Segundo Bruno, a principal tendência para o design de moda na confecção 4.0 é a personalização em massa, o enfoque das empresas sai das grandes massas para segmentações em grupos menores de consumidores, com a hibridização dos mundos físico e digital. Pelos intensos exercícios com o mercado de moda e pelo intenso uso das tecnologias de informação e de comunicação na última década, os consumidores da indústria têxtil e de confecção adquiriram hábitos e modos que tendem individualização e personalização. Será

cada vez mais necessário que a manufatura explore essa tendência onde o consumidor atue como fornecedor, designer e vendedor, não somente um simples comprador. A ferramenta de manufatura social, permite que qualquer pessoa participe do processo de manufatura, e é vista como uma forma de introduzir a indústria de confecção do vestuário na customização de massa, baseada nas redes digitais, e em outras tecnologias emergentes. Na manufatura social, com o apoio de uma plataforma de serviços em nuvem, o consumidor é completamente envolvido no processo produtivo pela Internet utilizando tecnologias de computação em nuvem, eliminando os efeitos de cauda longa, reduzindo os custos de fabricação de produtos personalizados e aumentando a satisfação do consumidor e a oferta de serviços de alta qualidade. Para Saltzman, a intervenção do usuário prevista já no projeto de design pode dar lugar à criação de novas categorias de espaços ou objetos transitórios, tendendo a um universo dinâmico e mutante em função das necessidades do momento. Segundo Dickens et alii (2013), quando as técnicas de customização empregadas em produtos que podem ser personalizados na Internet e adquiridos por preços relativamente baixos, e as empregadas em nichos de alto valor agregado forem adotadas em artigos de uso diário que atualmente são fabricados em larga escala teremos o efeito de customização em massa. (BRUNO, 2016).

Outra tendência da confecção 4.0 para o design são os tecidos inteligentes. Novos materiais têm sido testados na fabricação de fibras, principalmente aqueles que funcionam como sensores, atuadores e condutores, essenciais para a linha de desenvolvimento dos têxteis inteligentes. Produtos têxteis que atuem como sensores térmicos, de tensão, de pressão, químicos e biológicos permitem que informações provenientes da interação do fio, tecido ou roupa com o corpo e com o ambiente sejam convertidas, por exemplo, em sinais elétricos para que atuadores possam alterar a cor, liberar substâncias ou mudar a forma. Essas tecnologias requerem processos físicos e químicos e design especiais, além de identificação, seleção e desenvolvimento de novos materiais para enfatizar as características inteligentes associadas à capacidade de reação prevista do produto aos estímulos projetados. (BRUNO, 2016).

A preocupação com o meio ambiente já se faz presente e irá aumentar nos próximos anos, a eco inovação é o caminho a ser trilhado pelas empresas. Nesse setor, o design assume papel essencial no rumo de uma manufatura zero carbono. Sistemas produto-serviço sustentáveis baseados em desmontagem, durabilidade, possibilidades de retorno e de reprocessamento devem ser projetados desde o início do processo de inovação. Tecnologicamente, a eco inovação influi desde a criação de novos materiais – mais fáceis de reciclar e de reutilizar, que consumam menos água e energia de transformação, menor

quantidade de produtos tóxicos e que sejam biodegradáveis e que causem baixo impacto ao meio ambiente – até a de novos processos mais produtivos, sem desperdícios de qualquer natureza. (BRUNO, 2016).

Segundo Nicchelle (2011), um produto precisa apresentar suas características básicas que o fazem funcionar corretamente e aquelas que atendem aos desejos de quem o adquirem, adicionando valor ao produto. Assim, o design consiste na criação de produtos que tenham em vista a resolução do problema apresentado. A busca pelo melhor resultado de projeto deve focalizar o atendimento das necessidades do consumidor por meio de um produto que atenda aos princípios de função e estilo de acordo com as metas fixadas na especificação do projeto.

Tendo em vista a complexidade do mercado atual e as tendências da indústria 4.0, as empresas precisam buscar novos conhecimentos e competências. Não basta apenas criar produtos, é necessário desenvolver valores para oferecer aos usuários como estratégia de diferenciação no mercado. (MOREIRA; BERNARDES, 2017). Nessa perspectiva, o design estratégico, oferece soluções estratégicas e inovadoras a fim de acompanhar a velocidade do mercado. O design estratégico volta-se para problemas de design empresarial. Surge a integração entre empresa, design, produtos ou serviços e consumidor. Assim, o papel do design se desenha num formato estratégico, inserido num processo abrangente. (NICCHELLE, 2011). O design de moda inserido neste contexto vale-se dos princípios teórico-metodológicos do design estratégico, capitaliza conhecimentos por meio da cultura de projeto e atua no cenário complexo pela inovação do produto de moda. (NICCHELLE; LINDEN, 2017). A metodologia projetual aplicada à moda corresponde a um conjunto de atividades teóricas e praticas que tem como objetivo a criação de produtos inovadores. A moda projeta-se nas peculiaridades estéticas e funcionais, apresentando idéias racionais na forma de projetos, os quais se materializam na forma da peça de vestuário, bem como na técnica escolhida para a fabricação industrial. (RECH, 2002).

Segundo Rech, o designer de moda passa a se utilizar de estratégias projetuais para o desenvolvimento de novos produtos, passa a planejar e participar de todo o processo técnico e criativo relacionado à configuração de produtos focados para um mercado específico, o que conferiu ao processo o fator competitivo. Nesse contexto, Sanches (2017), destaca que a formação acadêmica dos designers da contemporaneidade deve solidificar a capacidade de síntese integradora dos estudantes: a competência para interpretar, gerenciar e conectar variáveis, extraindo dessas interações a essência dos elementos envolvidos. Para Rifkin (2001), a riqueza já não é mais investida no capital físico, mas na imaginação e na criatividade humana. Para Capra (2002), o processamento de informações e a criação de

conhecimentos são as fontes principais da produtividade. Com isso, o "capital intelectual" torna-se um conceito importante. Nesse contexto, o designer de moda deve ser percebido como um propulsor de novas ideias, no sentido da criatividade, caracterizando-se como elemento diferenciador de um processo competitivo. O designer deve buscar inovação constante, seja nas metodologias utilizadas, seja na sua prática projetual, a fim de promover a inovação dos produtos, valendo-se do design, inovando nos instrumentos e nas metodologias para se obter inovação nos resultados. (NICCHELLE, 2011).

Conforme a Confederação Nacional da Indústria, as novas formas de produção decorrentes da Indústria 4.0 exigem profissionais que integrem diversas formas de conhecimento, com elevado nível de conhecimento técnico e com capacidade de interação de diferentes áreas. Assim, para suprir essas necessidades do mercado e para a concretude de uma metodologia de design projetual, o designer de moda precisa ter:

> (...) a) capacidade para pesquisar, organizar e inovar; b) habilidade para desenvolver respostas apropriadas para problemas novos; c) aptidão para testar essas respostas, através de peças-pilotos; d) treinamento para comunicar esses desenvolvimentos através de croquis, modelos, modelagem, pilotagem, ou através de relatórios orais ou escritos; e) talento para combinar forma, técnica, condições humanas e sociais e arrebatamento ético; f) sabedoria para prever consequências ecológicas, econômicas, energéticas, sociais, políticas da interferência do design; g) compreensão para trabalhar em equipes multidisciplinares. (RECH, 2002, p. 53-54).

Por conta da função do design de concatenar diferentes áreas do conhecimento, a dimensão de sua inserção foi ampliada nas empresas. A prática do designer passou a abarcar funções mais elaboradas e integradas com os processos das companhias o que, consequentemente, pode colaborar com a divulgação da prática projetual em diferentes níveis e formas na organização. Para que o designer possa colaborar a nível estratégico, tático e operacional, algumas competências são necessárias: a) competências individuais: perfil pró- ativo, caráter empreendedor, pensamento estratégico e sistêmico, conhecimentos técnico, científico, tácito e explícito; b) competências coletivas: colaboração de equipe, construção de networks, combinação de recursos, compartilhamento de informações e conhecimentos conjuntos; c) competências organizacionais: habilidade de codificar, transferir e implantar conhecimentos tácitos, capacidade de alocar e coordenar competências, pré-disposição para o aprendizado constante, alianças organizacionais, criação de valor para a marca, colaboração no desenvolvimento da cultura da empresa, entre outros. (MOREIRA; BERNARDES, 2017)

Com a chegada confecção 4.0 e suas premissas, o papel do design de moda requer habilidades projetuais, consequentemente o perfil do designer de moda muda, exigindo que o mesmo tenha conhecimento de ferramentas sensoriais (visão e audição), cognitivas (pensamento e comunicação); e motoras (locomoção, acesso e elasticidade e destreza). Segundo Bruno, para entender, projetar e fabricar produtos a partir do modelo da indústria 4.0 é preciso desenvolver competências profissionais muito mais amplas do que aquelas usualmente requeridas dos trabalhadores, com nível de qualificação superior e características de multidisciplinaridade. À medida que nos afastarmos da produção de bens padronizados e nos aproximarmos da manufatura de bens personalizados, será cada vez mais necessário que os profissionais da indústria entendam as diferenças entre as capacidades reais dos usuários e as capacidades necessárias para o uso dos novos produtos ou serviços projetados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo mercadológico deve atrair e oferecer algum diferencial para o consumidor, de modo a torná-lo desejável diante dos demais oferecidos pelos concorrentes. Assim o design se apresenta com a responsabilidade de criar produtos que tenham em vista a resolução do problema apresentado, que sejam inovadores e que atendam as necessidades dos consumidores. (NICCHELLE, 2011). Para o florescimento da Confecção 4.0, os princípios de design deverão ser incorporados nas empresas. Seus princípios aumentam a eficiência operacional, assim como o desenvolvimento de modelos de negócio, serviços e produtos inteiramente novos. Conforme Bruno, sugere-se que o Design de Moda desempenhará responsabilidades como: personalização, instantaneidade e individualização do consumo; co- criação e compartilhamento de produtos e serviços; hibridização de produtos e serviços; racionalização técnica, temporal e econômica da cadeia de valor por meio da manufatura ágil; sustentabilidade; funcionalidade e inteligência de produtos apoiadas em novas tecnologias; desenvolvimento do emprego de novos materiais e processos inteligentes; virtualização da produção; integração sem solução de continuidade de tecnologias de informação, comunicação e de processos.

À medida que a complexidade das relações muda a sociedade, o papel do profissional de design também se modifica. Se anteriormente, o designer atinha-se a interpretar e executar tarefas, agora, ele deve necessariamente informar-se sobre um conjunto de aspectos capazes de contribuir para a criação de valor da mercadoria. (MOREIRA; BERNARDES, 2017). Não é provável que sistemas técnicos avançados venham suprir completamente à

versatilidade, o conhecimento, as capacidades e as habilidades humanas em um futuro próximo. O que é mais provável é que o trabalho humano seja cada vez mais visto como parte essencial do sistema produtivo, enquanto as tecnologias procurarão aperfeiçoar as habilidades individuais dos empregados assim como adaptar-se a elas. Só aqueles que dominam conhecimentos raros e específicos na rede podem investir em marca e design, simplesmente porque estes ativos estão associados à capacidade de diferenciação e criação de valor. (BRUNO, 2016).

REFERÊNCIAS

BRUNO, Flavio da Silveira. **A quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção: a visão de futuro para 2030**. 1. ed. – São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2016.

CAPRA, Fritjof. **As conexões ocultas**: ciência para uma vida sustentável. São Paulo: Cultrix, 2002.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. 9a ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

CHRISTO, Deborah Chagas. **Designer de Moda ou Estilista / Pequena reflexão sobre a relação entre noções e valores do campo da arte, do design e da moda.** In:

SANT'ANNA, Mara Rúbia. (org.). Moda: desafios e inovações. Série Moda palavra. Vol. 8. Florianópolis: UDESC, 2013. 248.p.

DATHEIN, RICARDO. **Inovação e Revoluções Industriais: uma apresentação das mudançastecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX.** Publicações DECON Textos Didáticos02/2003. DECON/UFRGS, Porto Alegre, Fevereiro 2003. Disponível em http://www.ufrgs.br/decon/Inovação e Revoluções Industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX Ricardo Dathein.

FEGHALI, Marta Kasznar - **As engrenagens da moda** / Marta Kasznar Feghali e Daniela Dwyer – Rio de Janeiro: Ed. Senac Rio, 2004.

GOMES, Maria de Lourdes Barreto; SILVA, Dorotéa Bueno da; SILVA, Ricardo Moreira da. **O reflexo da terceira revolução industrial na sociedade** - XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Curitiba/PR, 23 a 25 de outubro de 2002.

HOBSBAWM, Eric J. (1961). **A Era das Revoluções: 1789-1848**. Rio de Janeiro: Paz e Terra,2000.

MOREIRA, Bruna Ruschel; BERNARDES, Mauricio Moreira e Silva. **As dinâmicas do mercado da moda e a inserção do design nas empresas: uma fertilização cruzada?** In: BERNARDES, Mauricio Moreira e Silva; LINDEN, Júlio Carlos de Souza van der (orgs.). Design em pesquisa. Porto Alegre: Marca visual, 2017. p. 67-90.

MOURA, Monica. **A moda entre a arte e o design.** In: PIRES, Doroteia Baduy (org.). Design de Moda: olhares diversos / Barueri, SP: Estação das Letras e Cores Editora, 2008.

Vários autores. 2ª reimpressão. p. 37-73.

NICCHELLE, Keila Mariana; LINDEN, Julio Carlos de Souza Van Der. **Design estratégico: uma contribuição metodológica aplicada ao design de moda.** In: BERNARDES, Mauricio Moreira e Silva; LINDEN, Júlio Carlos de Souza van der (orgs.). Design em pesquisa. Porto Alegre: Marca visual, 2017. p. 152-171.

PALOMINO, Erika. **A moda**. – São Paulo; Publiffolha, 2002. – (Folha explica).

RECH, Sandra R. **Moda: por um fio de qualidade**. Florianópolis: Udesc, 2002.

RIFKIN, Jeremy. **A Era do acesso.** São Paulo: Makron Books, 2001.

SALTZMAN, Andrea. **O design vivo.** In: PIRES, Doroteia Baduy (org.). Design de Moda: olhares diversos / Barueri, SP: Estação das Letras e Cores Editora, 2008. Vários autores. 2ª reimpressão. p. 305-318.

SANCHES, Maria Celeste de Fátima. **Bases para o ensino/aprendizagem de projeto no design de moda: conectando diretrizes didáticas e estratégias metodológicas.** In:

RECH, Sandra Regina; ROCHA, Maria Alice Vasconcelos (orgs.) - E-Periódico Moda Palavra, Ano 9, n.17, jan-jun 2016.

SANTOS, Stock dos; TADEU, Hugo Ferreira Braga. **O que seria a Indústria 4.0?** – Boletim: Fevereiro/2016 – Pesquisa sobre digitalização Fundação Dom Cabral.

SERIACOPI, Gislane Campos Azevedo; SERIACOPI, Reinaldo. **História: volume único** – 1ª ed. – São Paulo: Atica, 2005.

Publicações Firjan - Cadernos Senai De Inovação - **Indústria 4.0: Internet Das Coisas** - Junho/2016.

Confederação Nacional da Indústria - **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil** – Brasília: CNI, 2016. 34 p.

Revolução Industrial; disponível em https://www.todamateria.com.br/revolucao-industrial/ acesso em 10/06/2017

A Revolução Industrial; Patrícia Carla da Silva; disponível em http://www.administradores.com.br/artigos/economia-e-financas/revolucao-industrial/27484/ acesso em 10/06/2017

As Quatro Revoluções Industriais; Jônatas R. Silva; disponível em http://www.administradores.com.br/artigos/marketing/as-4-revolucoes-industriais/59504/ acesso em 10/06/2017

O que é a 4ª revolução industrial - e como ela deve afetar nossas vidas; Valéria Perasso; disponível em http://www.bbc.com/portuguese/geral-37658309 acesso em 10/06/2017

PROFESSOR, O AGENTE DISRUPTIVO?

Sandra Almeida Silva[1]

RESUMO

Este artigo tem como objetivo traçar um paralelo entre práticas didáticas e metodológicas utilizadas em sala de aula, face ás recentes mudanças ocorridas no cenário educacional, nos últimos anos, em consequência do uso das novas tecnologias. Pretende-se discorrer sobre a importância da Gestão da Tecnologia, como base e contribuição para as possíveis mudanças no comportamento dos indivíduos, decorrentes do cenário inovador e disruptivo que se apresenta na educação. Desse modo, espera-se trazer à discussão o papel do professor e os possíveis efeitos das novas tecnologias em sala de aula. Por último, propõe-se uma discussão objetiva sobre o comportamento, didática e técnicas de como o professor poderá lidar com o processo de aprendizagem na construção do conhecimento em sala de aula.

Palavras-chave: Professor. Inovação. Disrupção. Metodologia.

1. INTRODUÇÃO

O ensino superior tem enfrentado diversos desafios ao longo dos anos: evasão escolar, necessidade de administração por custos, qualidade de ensino, alunos cada vez mais distraídos em sala de aula, heterogeneidade e, por fim, um corpo docente motivado, atualizado e em busca da formação contínua. Porém percebe-se que a amplitude deste tema é muito mais do que somente o questionamento sobre técnicas, didáticas e metodologias no cenário educacional. É necessário questionar o papel do professor, como agente ativo, como elo elucidativo na construção do conhecimento e ponto de partida nas possíveis preocupações com que a educação deverá se ocupar nos próximos anos. Sendo assim, ao discutir a literatura sobre o tema, percebe-se que alguns

[1] Mestre em Administração de Empresas na Universidade Presbiteriana Mackenzie, bolsista da Capes, mod.2. Pós-graduada em Negócios Internacionais- Finanças Corporativas, graduada em Letras -Tradução Interprete, consultora e pesquisadora na área de educação e finanças comportamentais. Atualmente docente nos cursos de graduação e pós-graduação na Faculdade SENAI de Tecnologia Gráfica. E-mail: sandra.almeida@sp.senai.br

estudiosos do assunto acreditam que as novas tecnologias são um dos importantes movimentos em torno da mudança de paradigma em nossa sociedade atual. As inovações, tema constante em quase todas as áreas de conhecimento, atualmente, inspiram ações que darão origem aos novos mercados, ou seja, novos modelos de negócios que apresentarão produtos e serviços até então não existentes no segmento ou mercado, e, consequentemente, propõe a ruptura de um padrão antigo, alterando a competição em quase todos os segmentos da sociedade e trazendo novos formatos de negócios e comportamentos dos indivíduos como um todo.

E, por conseguinte, diante deste ambiente inovador, surge na educação, também a necessidade e ou oportunidade de ampliar o questionamento sobre os efeitos que as novas metodologias de ensino, principalmente, as metodologias denominadas ativas, como por exemplo, a "Sala de aula Invertida" poderá ser uma ferramenta atualizada desse elo existente na relação professor – aluno em ambientes em transformação.

Portanto é de grande importância para o cenário educacional atual ampliar as discussões sobre as novas tecnologias, bem como disponibilizar o acesso a informação principalmente no cenário educacional, que assoberbado por tantas transformações, busca atender às diversas demandas exigidas por alunos, universidades e docentes na busca pelo conhecimento.

E como justificativa da relevância deste tema, o ensino a distância (EAD) denominado ensino híbrido, ganha relevância ao oferecer tecnologia integrada ao ensino e ampliar o acesso à educação a todos, ao romper barreiras geográficas e propor um novo posicionamento do professo aluno, face às dificuldades, desafios e transformações típicas de um ambiente disruptivo.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Inovação & Ensino a Distância (EAD)

Inovações disruptivas termo cunhado em 1997 por Christensen (2010), em o "Dilema dos Inovadores" conceito definido em meados de 1990 e que vem mudando a forma como se percebe o mundo nos últimos anos. O autor apresenta dois tipos de

inovação: Disruptivas e Incremental. As inovações sustentadoras resultam em produtos e serviços visando atender às necessidades do cliente em mercados já estabelecidos e existentes e são consideradas Inovações Incrementais, ou seja, uma melhoria no produto ou prestação de serviço ou uma adequação ao mercado já constituído.

Entretanto, segundo o autor, a Inovação Disruptiva é diferente, inicialmente, oferece ao mercado um produto ou serviço de menor desempenho em comparação ao que já existe sujeito a sofrer, inclusive, rejeição por parte do mercado e do consumidor. Entretanto após o estabelecimento do serviço ou produto no mercado, a inovação tende a se propagar, fazer parte do mercado e em alguns casos, alterar o comportamento do consumidor.

Valente (2014) menciona que há desafios em quase toda extensão educacional do ensino básico ao superior e menciona também a incapacidade de o mercado educacional atender a grande demanda de alunos que querem ingressar no ensino superior, e por conseguinte, lamenta que o modelo de universidade que faz pesquisa, gera conhecimento e distribui este conhecimento para poucos, já não se sustenta mais numa sociedade em constante transformação, como a brasileira.

No entanto as transformações surgidas nos últimos anos na educação, e em alguns casos “disruptivas” têm sido bastante discutidas nas esferas sociais e educacionais nos últimos anos, principalmente em mercados onde as oscilações são comuns, como o financeiro e o de negócios, o que poderia ser entendido como modismos ou tendências. Porém percebe-se que não é uma “onda passageira” trata-se de grandes e profundas mudanças na sociedade em todas as áreas de conhecimento, sem previsão de retrocesso.

Desse modo, questiona-se sobre os desafios enfrentados pelos professores em seu dia-a-dia, nas salas de aula, diante de tal cenário. Se por um lado, todas essas mudanças devem ser consideradas pelo professor como fonte de enriquecimento da ação pedagógica, também é verdade que se precisa lançar mão de estratégias especiais para envolver a todos, para evitar que linguagem, metodologia e conteúdo se tornem inatingíveis para os mais jovens ou desinteressantes para os mais velhos. Portanto, encontra-se mais um desafio para o professor: lidar com a heterogeneidade em sala de aula.

Porém em 1990 com o advento da Internet sua ampliação e propagação do uso de redes por meio de computadores por todo o mundo, o modelo de Ensino a Distancia (EAD), *e-learning* cresceu e se tornou abrangente no Brasil. Alega-se que esta nova metodologia de ensino teve grande aceitação por parte da sociedade não somente pela quebra do paradigma da sala de aula, modelo tradicional, mas porque tal iniciativa já trazia consigo o embrião das novas tecnologias. Além é claro, ampliar o acesso à educação, promover o letramento e a inclusão social de adultos conforme prescreve a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei 9.394, de 1996, que foi o ponto de partida para a fidelização deste modelo de ensino no Brasil.

E de acordo com o Relatório "O Censo EAD.BR (2016)", há 561.667 alunos em cursos regulares totalmente a distância, 217.175 em cursos regulamentados semipresenciais, 1.675.131 em cursos livres, 1.280.914 em cursos livres corporativos e de iniciação profissional 709.853 alunos. O Censo também contabilizou 135.236 alunos matriculados em cursos de licenciatura e 32.957 cursando licenciatura com bacharelado, 217.175 em cursos regulamentados semipresenciais, 1.675.131 em cursos livres não corporativos, e 1.280.914 em cursos livres corporativos, por último já há registro de cursos de EAD em nível de doutorado.

Portanto, os estudos recentes evidenciam uma transformação no uso das novas tecnologias atribuídas a utilização do Ensino a Distância (EAD), que confirmam este modelo de ensino, como uma inovação legítima da área de educação.

Dessa forma, acredita-se que o ensino a distância é uma dessas ações que fornece novas perspectivas e modelos de ensino além de proporcionar a quebra de paradigma acerca da sala de aula transformando a educação e o comportamento dos indivíduos.

2.2 Metodologias Ativas

A utilização de novas tecnologias associadas, à vasta gama de informações disponíveis sobre o desenvolvimento de tecnologia aplicada ao cotidiano do indivíduo, pode ser uma forma de lidar com as inovações dentro e fora da sala de aula. O aluno, por exemplo, utiliza-se de aplicativos para dispositivos móveis e redes sociais, (em geral ambientes informais de aprendizagem, que não foram produzidos especificamente para a educação), mas que promovem a facilidade do uso pelo aluno, principalmente, o

aluno no ensino superior e por consequência, consolida a modalidade de ensino a distância como precursor de um novo formato de ensino, principalmente para o ensino superior pela facilidade, praticidade que necessita o jovem estudante e trabalhador em sua grande maioria.

O ensino a distância associado ao uso de aplicativos em dispositivos móveis constitui-se uma ferramenta amplamente utilizada nas universidades, principalmente pelos professores, que ao fazerem uso deste meio de comunicação promove a rápida acessibilidade a informações, distribuição de conteúdo aos alunos e proporciona, ao mesmo tempo, a autonomia do indivíduo em segregar informações relevantes e não relevantes e despertar o senso crítico na construção do conhecimento.

Para Horn (2008), a inovação tecnológica é a responsável pelo desempenho das novas tecnologias aplicadas ao cotidiano do indivíduo, e seus efeitos serão multiplicados pelas empresas, mercados, segmentos e áreas, ou seja, por todos aqueles que necessitam de informações com a rapidez que o mundo atual exige. Dessa forma, a educação não poderá ser diferente, portanto o autor defende a modalidade de ensino a distância (*e-learning)*, o denominado também de Ensino Hibrido ou (*Blended learning)* como uma excelente ferramenta de gestão do ensino na educação.

Horn (2015) menciona que o termo "Ensino Híbrido têm sido construído ao longo do tempo e, portanto, será melhor definido à medida em que novas e atuais tecnologias alimentam os novos conhecimentos e saberes. E por consequência, surgem os novos vocabulários, as taxonomias, como visto nos últimos anos.

Mas de acordo com os estudiosos sobre o tema, a principal característica desse hibridismo na educação é a possibilidade de personalizar o ensino para diferentes necessidades dos alunos. O ensino híbrido na sua constituição fornece um modelo de educação formal que se caracteriza por mesclar dois modos de ensino: *on-line,* em que geralmente o aluno estuda sozinho, aproveitando o potencial de ferramentas *on-line* disponíveis nas plataformas EAD. Como por exemplos, os *MOOCs,* sigla em inglês que significa "curso on-line aberto e massivo" fornecem aos professores, bem como ás escolas e universidades, os dados individuais dos alunos. São características gerais do comportamento que facilmente poderá ser convertido em material para estudos estatísticos e comportamentais sobre o desenvolvimento dos alunos em relação ao curso, disciplina escolar, professor, entre outros.

Desse modo, um dos movimentos recentes no meio acadêmico é a utilização de recursos audiovisuais eletrônicos que transformam, obviamente, aulas bem preparadas, em motivo de curiosidade e interesse pelos alunos ao associar os recursos como o Google, Wikipédia, YouTube, por exemplo. Permite ainda que materiais inéditos e relevantes possam ser trazidos para a sala de aula a fim de se ilustrar o conteúdo.

Horn (2015) menciona que o ensino híbrido é uma consequência das inovações tecnológicas atuais, e por sua vez, acredita ser uma continuidade desse fenômeno disruptivo no mundo. O ensino híbrido fornece a possibilidade de alterar a forma de como aprendemos através da formatação e estrutura da sala de aula, e que, portanto promove e facilita o processamento de informações com rapidez e acessibilidade, além de oferecer ao aluno a oportunidade de transformar o simples acesso à informação em conhecimento.

2.3 Professor & Metodologias ativas

Lowman (2007), em seu livro “Dominando as Técnicas de Ensino”, propõe uma discussão objetiva sobre o comportamento, didática e técnicas sobre como o professor poderá alcançar seus objetivos em sala de aula, obviamente delimitando este objetivo como o aprendizado efetivo do aluno. Por sua vez, percebe-se que a amplitude deste tema como, por exemplo, defendido por Machado (2008) vai mais além do que somente o questionamento de técnicas, didáticas e metodologias e que, portanto é preciso abrir o leque para questões que ampliem os conceitos professor e aluno, técnicas e teorias, tradição e inovação. Portanto, é necessário um pensar atualizado sobre a aquisição do conhecimento.

Segundo relatório “Guia da Sala de Aula Invertida” (2014) (*Flipped Classroom Field Guide),* a metodologia da sala de aula invertida propõe a inversão do modelo de ensino ao promover aulas menos expositivas e favorecer a participação do aluno e por conseguinte a produção. Nesse sentido, o professor atua como um agente em sala de aula ao proporcionar um engajamento dos alunos ao conteúdo abordado, atrelando de forma dinâmica seu conhecimento aliado ao tempo disponível.

Mattar (2017) menciona que as metodologias ativas oferecem uma linguagem dialógica para a educação presencial, semipresencial, bem como para ensino

a distância, como na educação básica, corporativa e principalmente no ensino superior, e que estas reforçam as metodologias de ensino proporcionando aprendizagem inovadoras com o uso de novas tecnologias e renovando por sua vez a dinâmica em sala de aula.

Entretanto, Valente (2014) explica que há regras e etapas básicas a serem seguidas para inverter a sala de aula. Segundo o relatório *Flipped Classroom Field Guide* (2014) deve-se: aplicar atividades em sala de aula que envolva questionamentos em um volume significativo que obriga o aluno a recuperar, aplicar e ampliar o material aprendido on-line. O feedback aos alunos é imediatamente fornecido pelo professor após a realização das atividades presenciais. Os alunos são incentivados a participar das atividades on-line e presenciais e valem nota na avaliação final e formal do aluno. Por fim, os materiais a serem utilizados on-line e em sala de aula são estruturados e relevantes para o ambiente de aprendizagem.

Também propondo e corroborando com os autores citados, um bom exemplo é o SENAI (2013), que propõe o modelo de Metodologia SENAI de Educação Profissional ao estabelecer "Situações de Aprendizagem", um conjunto de ações planejadas pedagogicamente, por meio da utilização de Estratégias de Aprendizagem Desafiadoras, situação-problema, estudo de casos, projeto e pesquisa aplicada, bem como, diferentes estratégias de ensino, exposição dialogada ou mediada, demonstração, estudo dirigido, visitas técnicas, entre outras. As Situações de Aprendizagem propiciam a oportunidade do aprender fazendo. A prática é o principal argumento e age de modo a mobilizar o aluno de forma afetiva e cognitiva. Portanto também fornece e favorece, tal qual as Metodologias Ativas, o processo dialógico na construção do conhecimento. E, portanto, acredita-se que o ponto de partida é o professor, como mediador, aquele que favorece e promove em parceria com o aluno o desenvolvimento de competências.

2.4 O Professor exemplar

Lowam (2007) menciona que segundo pesquisas, os melhores professores universitários em grande maioria, foram qualificados com os seguintes adjetivos pelos respondentes à pesquisa: entusiástico, interessante e motivador e que tais adjetivos são imagens extremamente qualitativas, individuais e cognitivas de cada indivíduo, e, portanto evidencia certa dificuldade de os indivíduos em mapear as características que perfazem o professor ideal, exemplar. Obviamente, tais dificuldades não podem se

tornar impeditivas quanto ao descobrimento do professor exemplar, bem como do processo de aprendizagem, haja vista, a natureza do assunto, um campo cheio de controvérsias. Entretanto, segundo o autor, é possível delinear um possível cenário onde o ensino universitário ocorre, ou seja, a sala de aula. Segundo sua concepção, esta é uma arena interpessoal cheia de possibilidades. Porém, no mundo atual, as relações entre professor e aluno não acontecem ou pelo menos não deviriam acontecer somente em sala de aula, em consequência das inovações tecnológicas.

Por um lado, a utilização de tecnologia agregaria as técnicas tradicionais de ensino. Por outro lado, há de se enfatizar, segundo o autor, que as técnicas tradicionais, como por exemplo, preleções e discussões são habilidades capazes para uma vez que bem manejadas, ativar o pensamento e a motivação intelectual coletiva. Portanto objetivos específicos podem ser adquiridos por meio de uma discussão, por exemplo, a capacidade de pensar.

Tal capacidade, segundo Machado (2008) em "Imagens do Conhecimento", pode ser motivada através do entendimento de que a responsabilidade do professor é de natureza distinta à do aluno, não havendo simetria nesta relação, é, por conseguinte tal assimetria que proporcionará uma rede de significações conjuntas visando à construção de um pensar coletivo sobre o conhecimento. Historicamente, a abordagem filosófica antecedeu a abordagem científica e se preocupou com o tema educação. Seu pensador mais notório, Sócrates se debruçou sobre o assunto de que pensar sobre a educação seria a mesma coisa que pensar o homem e, portanto nesta relação intrínseca, não é possível conceber educação sem o homem e vice e versa.

Lowman (2007) corrobora desta ideia ao conceber a inter-relação entre professor e aluno em uma sala de aula e enfatiza que é possível reforçar a aprendizagem pela discussão em classe e que palestrantes dinâmicos cativam pela virtuosidade de seus desempenhos pessoais e que, portanto atinge a plateia/alunos pela motivação. A discussão propõe automaticamente que se estabeleça uma relação professor-aluno e em consequência o processo intelectual ativo acontece e quando bem conduzido promoverá o pensamento independente.

Neste ponto, pode-se fazer uma alusão ao comportamento "Socratiano": É sabido que os pensamentos de Sócrates são conhecidos através e somente pelos escritos de seu discípulo Platão. Alguns historiadores afirmam que só se pode falar de Sócrates

lendo Platão, pois não há evidência de que Sócrates tenha, ele mesmo, publicado alguma obra. A Maiêutica defendida por Sócrates, definida como “Parto das Ideias” era basicamente proposta em duas circunstâncias: primeira, em que os interlocutores colocavam suas concepções acerca de um assunto e, em segundo, quando, eram conduzidos a uma nova perspectiva acerca do tema mediante os questionamentos, segundo o pensamento “socratiano”, assim “pariam-se” novas ideias.

Portanto é relevante questionar se os professores ao propuser discussões em sala de aula estariam viabilizando o nascimento de novas ideias tal qual Sócrates, sendo obviamente uma Maiêutica atualizada, adaptada ao nosso século, utilizando-se por que não de inovações tecnológicas e novas metodologias, como propõe Mattar (2017): a inversão de sala de aula, ampliando-se os conceitos Tradição e Inovação.

Dessa forma aulas com formatos de preleção sobrevivem até hoje, porque quando bem-feitas, podem ser magníficas e por, consequência, os professores universitários cativam seus alunos. Este processo pode ocorrer através do uso da emoção, na busca da atenção dos ouvintes, despertando para o processo de ensino e aprendizagem, que é o objetivo principal.

O professor, nos dias de hoje, tem sofrido ao longo dos tempos, diversos desafios em relação a sua posição. Este enquanto agente que deve promover a aprendizagem, fomentar o conhecimento e por fim desenvolver habilidades e capacidades em seus alunos está em ebulição. O professor ao propor transformações é transformado diante de ambientes cada vez mais heterogêneos, diverso, transformador e tecnológico. Este deve procurar atuar como um agente disruptivo em busca do processo de aprendizagem de mão dupla contínua e relevante em sala de aula.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo procurou discorrer sobre as características essenciais para o “O professor exemplar” face as mudanças ocorridas na educação nos últimos anos. Acredita-se que tal professor está em período de gestação. Há sem dúvida muitos aspectos a serem discutidos antes de se definir o que é ser exemplar em sala de aula. As constantes transformações, principalmente tecnológicas, fizeram da educação um desafio diante das inovações disruptivas para todos os atores, ou seja, escolas, alunos e

professores. A busca pelo professor exemplar é possivelmente um conjunto de múltiplas habilidades humanas a serem desenvolvidas em meio à confusão dos diversos papéis que se configuram na profissão do professor. Portanto, as discussões em sala de aula propostas pelo professor ao modelo "Socratiano" ou na utilização de preleções elaboradas em sala de aula, ou ainda, a utilização de novas metodologias ativas pode tornar o professor um agente disruptivo em sala de aula. Como resultado, as novas tecnologias associadas às metodologias ativas propõem que o professor rompa com as didáticas tradicionais que pregam apenas a transmissão de informações sem estabelecer uma relação de mão dupla em sala de aula. A reciprocidade entre aluno e professor é a base para a construção do conhecimento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. **Censo EAD.BR:** Relatório Analítico da Aprendizagem á distância no Brasil. 2016.

BARROS, Gilda Naécia Maciel. **Sócrates - Raízes Gnosiológicas do Problema do Ensino**. Fac. Educação da Universidade de São Paulo, março, 2000. Disponível em: <http://www.hottopos.com.br/rih3/gildsocr.htm>.Acesso em.18. jun.2018.

BRASIL**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei número 9394**, 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.imprensanacional.gov.br/mp_leis/leis_texto.asp?ld=LEI%209887>. Acesso em: 27 jun. 2018.

CHRISTENSEN, C. **O dilema da inovação**. São Paulo: Makron Books, 2001.

CHRISTENSEN, C., HORN, M.B., JOHNSON, C.W., **Disrupting Class: How Disruptive Innovation Will Change the Way the World Learns**. Christensen Institute. 2010. Disponível em: <https://www.christenseninstitute.org/publications/disrupting-class/ >. Acesso em 24. Jun. 2018.

CHRISTENSEN, C.; HORN, M. & STAKER, **Aprendizagem híbrida: uma Inovação Disruptiva? uma introdução à teoria dos híbridos.** Disponível em: <http://docplayer. com.br/49826-Ensino-hibrido-uma-inovacao-disruptiva.html>. Acesso em: 12 jun. 2018.

HORN, Michel B.; STAKER, Hearther. **Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação**. Porto Alegre: Penso. 2015.

LOWMAN, J. **Dominando as Técnicas de Ensino**. São Paulo: Atlas, 2007.

MACHADO, N. J. **Imagens do conhecimento e ação docente no Ensino Superior**. Cadernos de Pedagogia Universitária, n.5, junho, 2008.

MACRO. Kenneth L. Printing on the Starship Enterprise: The Future of Graphic Communication Education in the USA. International Circular of Graphic Education and Research, No. 7, 2014. Disponível em: < // https://kenmacro.weebly.com/publications.html>. Acesso em: 24. Jun. 2018.

PLATÃO. **A república de Platão**. Obras I. 2. ed. Organização e tradução de Jacó Guinsburg, notas de Daniel Rossi Nunes Lopes. São Paulo: Perspectiva, 2014.

SENAI. Departamento Nacional. **Metodologia SENAI de educação profissional**. / SENAI. Departamento Nacional. – Brasília: SENAI/DN, 2013.

VALENTE, José Armando. **Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida**. Educ. rev., Curitiba, n. spe4, p. 79-97, 2014 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602014000800079&lng=en&nrm=iso>. Accesso em: 27. jun. 2018.

REACTIVE BLUE 21: ESTUDO SOBRE O GRAU DE EXAUSTÃO EM PROCESSO DESCONTÍNUO DE TINGIMENTO DE ALGODÃO

Renan Santos de Oliveira [1]

Rebeca Soares Silva [2]

Jorge Marcos Rosa [3]

RESUMO

Estudou-se o comportamento tintorial do corante *C. I. Reactive Blue 21* (RB21) sobre tecido plano de algodão, por processo "*All-in*", com intuito de determinar o grau de exaustão (% E). Verificou-se que, de uma concentração inicial de RB21 igual a 1,00 g L^{-1} utilizados para o tingimento de um quilograma de substrato, apenas 0,5512 g reagem com a fibra sendo o restante, a quantia de 0,4488 g, descartado no efluente final, representando um valor de % E igual a 55,12 %. O resultado obtido demonstra que pesquisas sobre aumento de rendimento em processos de tingimento são fundamentais objetivando-se diminuir a absorciometria de efluentes de tingimentos efetuados com essa classe de corante.

Palavras-chave: Grau de exaustão. Corante reativo. Tingimento de algodão.

1. INTRODUÇÃO

O setor têxtil é um dos setores mais importante na economia brasileira, que impulsionou muitas outras indústrias e foi o grande motor da revolução industrial no Brasil e emprega atualmente 1,7 milhões de pessoas de forma direta. Juntamente com o setor da moda, reúne diferentes características, dificilmente encontradas em outros setores. Mistura arte, negócios, artesanato, alta tecnologia química, física, sociologia e história, faturando cerca de R$ 100 bilhões/ano através de mais de 30 mil empresas, formando a maior cadeia integrada do setor no ocidente (CERRÓN et al., 2015; MENDONÇA et al, 2016).

[1] Aluno do Curso de Técnico Têxtil. Email: renan.oliveira@portal.sp.senai.br

[2] Graduanda em Engenharia de Produção, Aluna do Curso de Técnico Têxtil. Email: becas2mimi@gmail.com

[3] Orientador. E-mail: jotarosa@hotmail.com

Uma grande variedade de fibras é utilizada neste setor, entretanto, somente um grupo dessas fibras é usado na fabricação de têxteis para o vestuário, quer seja na fabricação de tecidos para lingerie, praia ou quaisquer outros segmentos da indústria da moda. Estudos realizados por Prado (2007, 2011 e 2015) descrevem o algodão como sendo a fibra mais consumida pelo setor de vestuário no período 2004/14. Os dados sobre a fibra no período de 2004 até 2014, em toneladas, encontram-se dispostos no Gráfico 1, sendo comparados com os dados da fibra de poliéster, segunda fibra mais consumida no país.

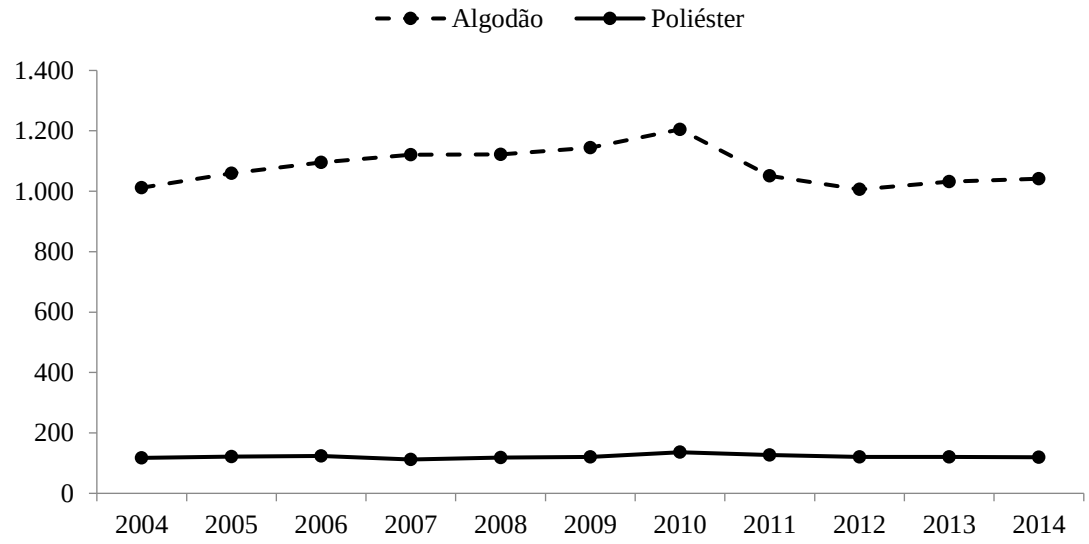


Gráfico 1 – Algodão no período

Mais de 50% do algodão é tingido com corantes reativos. Têm-se uma estimativa de que aproximadamente entre 10 e 60% dos corantes reativos são perdidos nos processos de tingimento, gerando efluentes com altos índices de absorciometria, podendo afetar meios aquáticos impedindo a penetração da luz e inibindo processos de fotossíntese da flora aquática. Pelo fato de reagirem não só com o substrato bem como com a água, acabam sendo um dos principais constituintes dos efluentes das tinturarias (FANG et al, 2013, VIDART, 2013; ROSA et al, 2014).

São divididos em duas grandes classes, a dos Vinilsulfônicos (VS) que reagem por adição nucleofílica e a dos Halogenoheterocíclicos (HHC), que reagem por substituição nucleofílica (GOMES MELO et al, 2009; ROSA, 2013). O corante utilizado neste estudo foi o *C. I. Reactive Blue 21* (RB21), de massa molecular igual a 1079,53 g mol^{-1}, nº CAS 12236-86-1, homofuncional, grupo reativo do tipo VS e grupo

cromóforo do tipo ftalocianina (Figura 1). É utilizado em cores com tonalidades de verde água, verde bandeira, além de diversas tonalidades de turquesa.

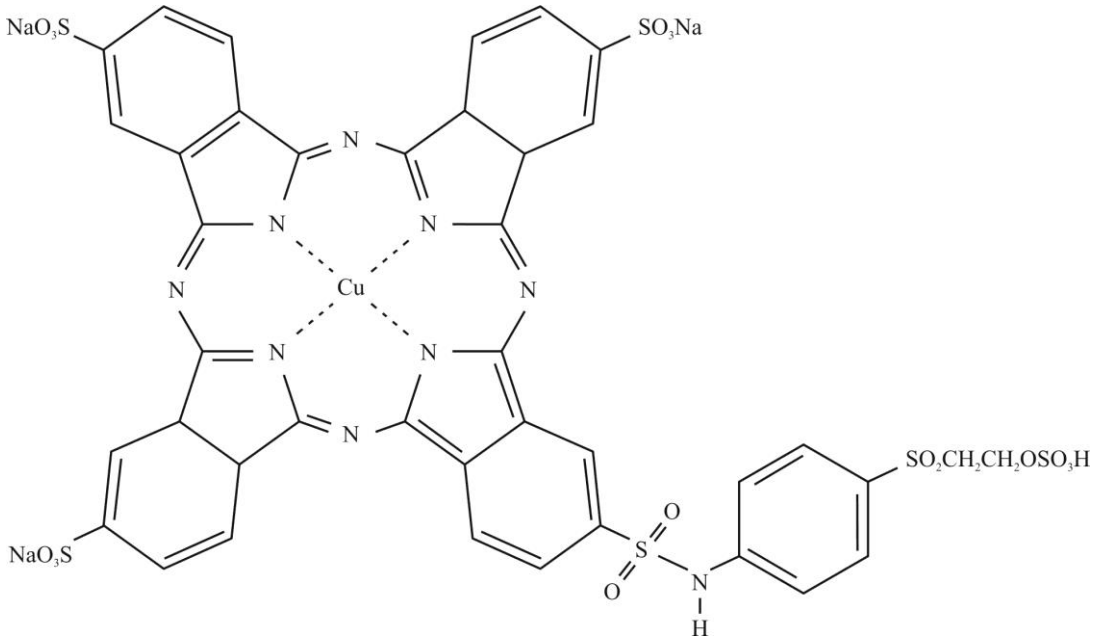


Figura 1 – Estrutura do RB21 (ZOLLINGER, 2001)

O principal objetivo deste estudo foi verificar o grau de exaustão do RB21 em tecido de algodão 100%, aplicado através de processo de tingimento por processo descontínuo, avaliando-se o seu grau de exaustão.

2. METODOLOGIA

2.1. Reagentes

Peróxido de hidrogênio 50%, hidróxido de sódio 98%, metassilicato de sódio 98%, ácido sulfúrico 98%, catalase, detergente não-iônico e sequestrante para preparação dos tecidos; cloreto de sódio (NaCl), hidróxido de sódio 50 ºBé (NaOH), carbonato de sódio (Na_2CO_3) e RB21 para os tingimentos.

2.2. Equipamentos

Balança analítica Gehaka A1200, Pipetas Eppendorf, Espectrofotômetro Konica-Minolta CM-3600d, HT Mathis Alt-1; Estufa e pHmetro (Quimis).

2.3. Substrato

Tecido de algodão 100%, gramatura de 150 g m^{-2}, densidade linear igual a 28 fios cm^{-1} no urdume e 22 batidas cm^{-1} na trama, fio de título 28/1 em ambos.

2.4. Procedimentos

A preparação do substrato foi executada de acordo com processo descrito em Ferreira et al (2015). O tingimento foi efetuado com 1,0 % de RB21 sobre a massa do substrato (sms), em relação de banho de dez litros de banho para cada quilograma de substrato (RB 1:10), conforme procedimento (Figura 2) proposto pelo fornecedor do corante (Golden Tecnologia). As quantidades de químicos auxiliares recomendados para o processo foram de 50,0 g L^{-1} para o NaCl; 7,0 g L^{-1} para o Na_2CO_3 e 2,0 mL L^{-1} para o NaOH 50 ºBé. Os pontos no gráfico representam as etapas de retirada das alíquotas do banho, avaliando-se a absorvância (*Abs*) através de espectrofotometria sob iluminante D_{65}, 10º (Konica-Minolta CM 3600-d).

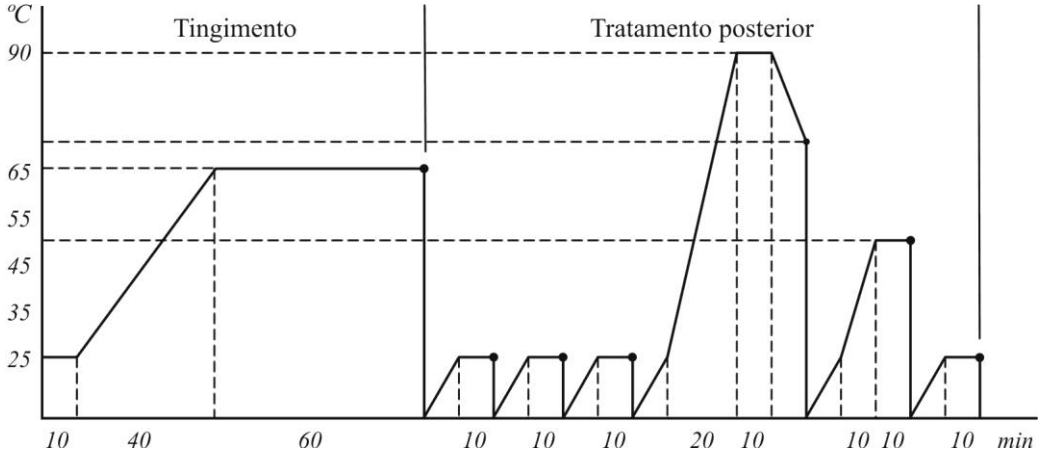


Figura 2 – Procedimento de tingimento

2.5. Modelagem

Para poder determinar a quantidade de RB21 presente durante o processo, criou-se uma curva de calibração (Figura 3) partindo-se da concentração inicial de RB21 contida no banho inicial ($[RB21]_o$), diluindo-se em alíquotas de 10% até atingir-se a concentração de RB21 teoricamente ($[RB21]_f$) presente no final do processo.

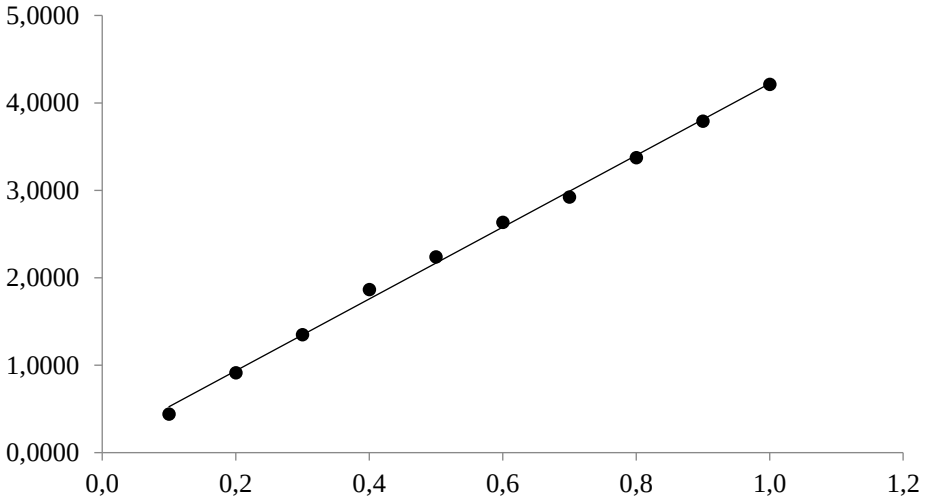


Figura 3 – Curva de calibração da [RB21]

A partir da curva, obteve-se a Equação 1 de regressão quadrática (R^2) igual a 0,997.

$$[RB21] = \frac{Abs - 0{,}133}{4{,}106} \quad (1)$$

O processo de tingimento possui sete etapas (Figura 2), sendo a primeira o tingimento e as demais o tratamento posterior, sendo que todas elas podem apresentar residual de corante. Adotando-se cada amostra coletada como sendo uma derivada "f(x)/x", nesse estudo "*Abs*/[RB21]" (Equação 1), calculou-se a $[RB21]_f$ no efluente final através da Equação 2.

$$\frac{\partial Abs_f}{\partial [RB21]_f} = \int_{\partial_7}^{\partial_1} \frac{\partial Abs_n}{\partial [RB21]_n} \quad (2)$$

O grau de exaustão (% E) foi calculado através da Equação 3.

$$\%\, E = \left\{ 1 - \left[\int_{\partial_7}^{\partial_1} \frac{\partial Abs_n}{\partial [RB21]_n} \cdot ([RB21]_0)^{-1} \right] \right\} \cdot 100 \quad (3)$$

3. RESULTADOS

Os valores de Abs dos sete banhos, obtidos por leitura espectrofotométrica, estão descritos na Tabela 1. Aplicando-se a Equação 1, determinou-se a concentração em $g \cdot L^{-1}$ de corante presente em cada um dos banhos coletados.

Tabela 1 – Abs e g L^{-1} dos sete banhos coletados

f(x); x	Final	Lavagem 1	Lavagem 2	Lavagem 3	Lavagem 4	Lavagem 5	Lavagem 6
Abs	0,6725	0,4720	0,1162	0,2684	0,6049	0,3342	0,1725
[RB21]	0,1360	0,0872	0,0005	0,0376	0,1196	0,0536	0,0142

Integrando-se os valores de [RB21] através da Equação 2, obteve-se uma $[RB21]_f$ igual a 0,4488 $g \cdot L^{-1}$, presente no efluente final.

Aplicando-se a Equação 3, obteve-se um valor de % E igual a 55,12 %, ou seja, de cada 1,00 g L^{-1} de RB21 utilizados para o tingimento de um quilograma de substrato, apenas 0,5512 g L^{-1} reagem com o substrato, sendo o restante descartado para o efluente.

4. CONCLUSÃO

Observou-se que boa parte do RB21 utilizado não reagiu com o substrato. Para cada quilograma de substrato tingido, mais de 50 % de corante é descartado no efluente. Outros corantes reativos também têm sido estudados em suas % E. Em seu estudo, Santos (2016) obteve valores de % E iguais a 60,52 % para o *Reactive Yellow 160* (RY160) e 64,45 % para o *Reactive Red 145* (RR145). Bezerra et al (2015) obtiveram valor de 63,54 em outro estudo para o *Reactive Blue 222* (RB222).

Neste estudo, o tingimento foi efetuado por um processo denominado "*All-in*", que significa a adição de todos os insumos químicos no início do processo. Constatou-se que de uma concentração inicial de 1,00 g L^{-1} de RB21 utilizados para o tingimento de um quilograma de substrato, apenas 0,5512 g reagem com o substrato, sendo o restante descartado para o efluente.

Os resultados obtidos demonstram que pesquisas em otimização de processos são fundamentais, tais como adição escalonada de reagentes, estudos sobre tempo e temperatura, dentre outros, visando obter maiores valores de % E, obtendo-se diminuição dos custos fixos e também menores cargas absorciométricas nos efluentes descartados.

O estudo foi efetuado baseando-se somente em um corante reativo vinilsulfônico, de grupo cromóforo do tipo ftalocianina e indicado pelo fabricante para tonalidades específicas. Isto sugere que pesquisas também sejam efetuadas com demais corantes reativos, dentre outras classes de corantes.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, R. N.; ARAÚJO, M. C.; ROSA, J. M.: Comportamento tintorial do C.I. Reactive Blue 222 no tingimento de algodão por processo de batelada. **Anais**. 5º ENPModa - Encontro Nacional de Pesquisa em Moda. Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, 2015.

CERRÓN, L. M.; ROMERO-SUÁREZ, D.; VERA, N.; LUDEÑA, Y.; VILLENA, G. K.; GUTIÉRREZ-CORREA, M.: Decolorization of Textile Reactive Dyes and Effluents by Biofilms of Trametes polyzona LMB-TM5 and Ceriporia sp. LMB-TM1 Isolated from the Peruvian Rainforest. ***Water, Air & Soil Pollution*** *226(8), pp. 226-235, doi:10.1007/s11270-015-2505-4, 2015.*

[1] FANG, L.; ZHANG, X.; SUN, D. Chemical modification of cotton fabrics for improving utilization of reactive dyes. ***Carbohydrate Polymers*** *91, pp. 363-369, doi:10.1016/j.carbpol.2012.08.049, 2013.*

FERREIRA; M. G. G., COSTA; R. M., BEZERRA, R. N.; SOUZA, S. A.; NUNES, S. D. P.; FILETI, A. M. F.; ROSA, J. M.: Estamparia Digital – Parte I: Estudo Comparativo entre Processos de Desengomagens Enzimática e Oxidativa em Tecidos Planos de algodão 100%. **Química Têxtil** 119, pp. 44-53, ABQCT, 2015.

GOMES MELO, C.; SOUZA, R. C.; ROSA, J. M.: Colorimetria: O banco de dados em tinturarias. **Química Têxtil** 95, pp. 36-47, 2009.

MENDONÇA, J. E. B.; BARROS, A. A. C.; TAMBOURGI, E. B.; SANTANA, J. C. C.; ROSA, J. M.: Estudo sobre variações de tonalidade em peças confeccionadas de algodão tingidas com corantes reativos. Química Têxtil121, pp. 46-58, 2016.

PRADO, M. V.: **Brasil Têxtil - Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira**. Instituto de Estudos e Marketing Industrial LTDA - IEMI, 2007

_____: **Brasil Têxtil - Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira**. Instituto de Estudos e Marketing Industrial LTDA - IEMI, 2011

_____: **Brasil Têxtil - Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira**. Instituto de Estudos e Marketing Industrial LTDA - IEMI, 2015

ROSA, J. M.: Efluentes no beneficiamento têxtil: reutilização do efluente tratado via fotocatálise homogênea UV/H_2O_2 no tingimento de tecidos 100% algodão. **Tese**. Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

[3] ROSA, J. M.; TAMBOURGI, E. B.; SANTANA, J. C. C.; ARAUJO, M. C.; MING, W. C.; TRINDADE, N. B.: Development of colors with sustainability: a comparative study between dyeing of cotton with reactive and vat dyestuffs. ***Textile Research Journal****, Sage, Vol. 84(10), p.1009–1017, doi:10.1177/0040517513517962, 2014.*

SANTOS, G. O. F.: Avaliação do tratamento de efluentes do banho de tingimento de indústria têxtil por fungos basidiomicetos em biorreatores. **Tese**. Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, USP, 2016.

[2] VIDART, J. M. M.: Simulação da difusão de corantes reativos em fibras de algodão. **Dissertação**, FEQ-UNICAMP, Campinas, 2013.

ZOLLINGER, Z.: ***Color Chemistry: Syntheses, Properties and Applications on Organic Dyes and Pigments****. 2nd Edition, New York, VCH Publishers, Inc, 496 p., 1991.*

ROBMODEL:
MODELAMENTO ROBÓTICO

Herbert Timóteo[1]
Cristiano Lopes do Carmo[2]
Adriano Martins Borges[3]
Paulo Sebastião Ladivez[4]

RESUMO

Este texto apresenta um sistema cuja concepção é possibilitar que um braço robótico execute uma usinagem, criando um molde para fabricação de peças fundidas modeladas em isopor (EPS)P7, específico para modelagem graças à sua dureza e resistência. Esta nova concepção de manufatura, chamada de usinagem robótica está em expansão graças ao aprimoramento dos *softwares* , conquistando seu espaço na chamada indústria 4.0. O NX CAM *Robotics* é destinado à programação *offline* de robôs industriais, essa tecnologia de usinagem com robôs está fazendo com que as aplicações antes feitas com máquinas CNC, como o corte em materiais de geometrias complexas, usinagem de moldes, prototipagem, acabamento de superfície complexas, rebarbação, furação, rosqueamento; sejam agora substituídas por robôs. A cada dia os robôs estão provando serem mais rápidos e mais flexíveis quando comparado com máquinas CNC industriais.
Além de reduzir o custo total do equipamento permite aos usuários dessa tecnologia ter maior flexibilidade que uma máquina CNC de cinco eixos. Robôs de seis eixos podem executar muitas das tarefas citadas de forma mais eficiente, com um processo mais rápido e mais limpo, que proporciona altas taxas de rendimento e flexibilidade, quase ilimitada, podendo acompanhar todo o processo através do simulador.

Palavras-chave: Usinagem. Modelagem. NX CAM *Robotics*. Industria 4.0. Pós-Processador.

[1]Graduando em Tecnologia Mecatrônica Industrial pela Escola SENAI "Armando de Arruda Pereira" – Estagiário na mesma Escola. E-mail:herbertimoteo@yahoo.com.br.
[2]Graduando em Tecnologia Mecatrônica Industrial pela Escola SENAI "Armando de Arruda Pereira" - Supervisor de Manutenção Industrial na Hiper Holding Ltda. E-mail:lopescarmo2@gmail.com.
[3]Graduando em Tecnologia Mecatrônica Industrial pela Escola SENAI "Armando de Arruda Pereira". E-mail:adrianomb50@gmail.com.
[4]Prof. Orientador. Especialista em Tecnologias da Informação, UFABC (2013). Engenheiro Eletricista pela Universidade de Mogi das Cruzes (1984). Professor na Faculdade de Tecnologia em Mecatrônica da Escola SENAI "Armando de Arruda Pereira". E-mail: paulo.ladivez@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Através de pesquisas relacionadas à manufatura, observando as novas tecnologias e a necessidade do mercado atual, foi elaborado o projeto que deu origem a esse artigo, com o desafio e objetivo de mostrar melhorias, usando um conceito novo de usinagem *offline* para moldes com um braço robótico, que devido a flexibilidade e melhor alcance consegue aprimorar alguns processos trazendo qualidade, agilidade e redução de custos.

Dentre as tecnologias existentes utilizou-se o que há de mais atual no mercado. No modelamento do produto, CAM e o código a ser executado na linguagem do robô utilizou-se o *software* NX12 CAM *Robotics*, comunicando com o robô Kuka KR6 R700, através do *software* da Kuka *WorkVisual*. O suporte da ferramenta foi desenvolvido pelo grupo e também modelado no próprio NX12 de acordo com o melhor desempenho da ferramenta, que é uma microrretífica.

2. DESENVOLVIMENTO

Para desenvolver o projeto foram necessárias algumas etapas, como o estudo de viabilidade do projeto, custo de desenvolvimento, estudo do *software* NX CAM *Robotics*, pesquisa de mercado para desenvolver algo compatível com a realidade atual, visando uma aplicação real; verificar a possibilidade de alcançar todos os objetivos dentro dos recursos disponíveis e prazo determinado, além disso buscou-se suporte técnico especializado, em nossos Mestres e Professores presentes na própria Instituição e outros profissionais da área, por se tratar de algo inovador, que pode ser explorado de várias outras maneiras.

2.1 Estudo de viabilidade do projeto a partir de recursos disponíveis

O projeto ROBMODEL teve início no estudo de viabilidade a partir de uma visita à uma empresa, que trabalha com modelagem em isopor para desenvolvimento de ferramenta de base fundida, nessa empresa parte do processo era feita manualmente o que despertou o interesse de um dos integrantes do grupo, o qual levou a ideia adiante e então a pesquisa iniciou-se pela internet e diretamente com alguns profissionais da área, descobrindo que essa aplicação de modelagem é nova no Brasil e que alguns deles tiveram treinamento fora do País, na própria sede do fabricante.

O primeiro contato foi com um *software* russo chamado SprutCAM Robot, com o qual a empresa COMAC já faz diversos trabalhos utilizando esse conceito de usinagem *offline*

com braço robótico. Sem acesso ao s*oftware* da SprutCAM, foram estudadas outras possibilidades e por sugestão de um dos professores resolveu-se explorar os conceitos na nova versão do NX, e então o projeto seguiu adiante com o NX CAM Robotics, com o braço robótico da Fanuc, que posteriormente foi substituído pelo braço robótico Kuka KR6 R700 por questões de praticidade na comunicação e conversão do código NC para Linguagem do robô.

2.2 Estudo do *software* NX CAM *Robotics*

O *software* NX já era conhecido pelo grupo, pois faz parte da grade curricular do curso, porém esse módulo CAM *Robotics* incorporado ao NX foi uma novidade e até mesmo para os professores que nos auxiliaram, pois é um módulo muito recente, que foi lançado somente a partir do NX10.03 e ainda surgiram alguns problemas com a geração do pós-processador no início do projeto. Após algumas tentativas sem sucesso de gerar o pós-processador, a Escola conseguiu disponibilizar a atualização para o NX11 e um pouco mais a frente o NX12 e a partir disso o desenvolvimento do projeto teve uma evolução significativa. Outro desafio enfrentado foi conseguir inserir no *software* NX12 a biblioteca do robô Kuka disponível. Por fim foi feita a cinemática do robô e a integração no *software*.

2.3 Ferramenta de Acoplamento no Robô

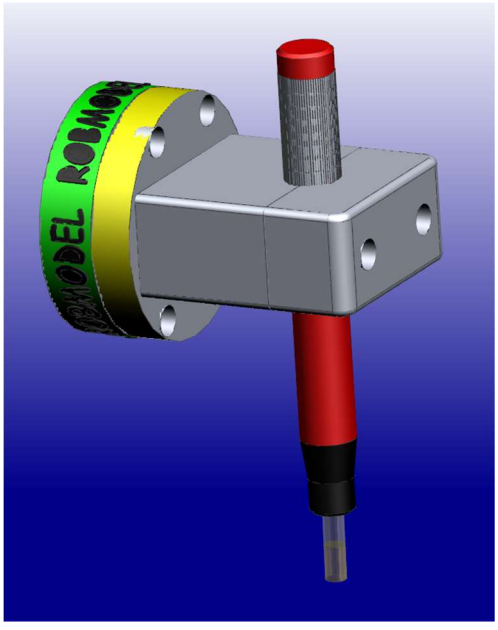


Figura 1 – Modelo matemático
Fonte: Elaborado pelos autores



Figura 2 – Dispositivo construído
Fonte: Elaborado pelos autores

A princípio foram feitos alguns estudos e simulações, figura 1, para definir qual o tipo de retífica a ser utilizado, com baixo custo e que atendesse a necessidade do projeto; após definido o equipamento para a usinagem foi realizado o estudo para definição do tipo de ferramenta adequada à aplicação e em última instância foi definido o sistema de fixação, figura 2, do conjunto ao robô, levando em consideração o custo, aplicação e resistência do dispositivo.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visando o emergente crescimento no uso e aplicações com robôs dentro do ambiente industrial, viu-se a necessidade da aplicação de um robô no processo de modelação e usinagem de moldes para ferramentas de base fundida dentre outras aplicações como:

a) polimento;
b) rebarbação;
c) acabamento.

A proposta inicial do projeto foi atingida com êxito, validando a integração do *software* com o robô; vale ressaltar que o *software* NX CAM *Robotics* exige um grau de conhecimento e domínio altamente avançado, e sua operação não é intuitiva e não apresenta muitas fontes de pesquisa, dificultando muito a utilização do *software* na aplicação com robô.

Por fim, após inúmeras tentativas e testes no ambiente virtual e físico, o objetivo proposto inicialmente teve êxito, então um produto usinado com margem para futuras melhorias foi apresentado.

REFERÊNCIAS

NASCIMENTO, André Luiz do. **NXCAM mais ROBOMASTER**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kQnCnUc0Q2A>. Acesso em: 29 nov. 2017.

NX 12 for Manufacturing. Disponível em: <https://www.plm.automation.siemens.com/pt/products/nx/12/manufacturing/index.shtml#lightview-close>. Acesso em: 27 mai. 2018.

SENAI Norte 1- Joinville-SC. **Usinagem CNC/CAM com robô ABB**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=H_mlKhHJqFM>. Acesso em: 29 nov. 2017.

Usinagem com robô Kuka – desbaste em molde de isopor. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5CmAmWPydAUOBO>. Acesso em: 10 abr. 2018.

SISTEMA AUTOMATIZADO DE PRONTUÁRIO ELETRÔNICO DO PACIENTE: APLICATIVO MÓVEL PARA AGILIZAR O ATENDIMENTO EM HOSPITAIS

Fernanda Leite Marques Xavier[1]

Daniel Otávio Tambasco Bruno[2]

Sérgio Tadeu Bernatavicius[3]

Flávio da Cruz[4]

RESUMO

A demora para cadastro da ficha de um paciente em hospitais e a falta de liberdade de poder aguardar sua chamada sem precisar ficar na frente de um painel eletrônico, são situações que podem ser melhoradas com a ajuda da tecnologia. Um aplicativo com acesso a banco de dados, que coleta as informações do paciente, e as envia para o sistema do hospital é uma alternativa para essa situação, tendo como intuito saber qual a próxima senha e guichê estarão disponíveis, e fazendo este controle via *Smartphone*. Este trabalho tem como finalidade desenvolver um aplicativo para agilizar e facilitar o processo para abertura de ficha médica do paciente em hospitais. Com os testes realizados via *desktop* simulando o ambiente de atendimento em um hospital, foi possível concluir que o método é eficaz além de ser mais confortável para o paciente e prático para o funcionamento do setor de recepção hospitalar.

Palavras-chave: Banco de dados. Hospital. Aplicativo. Prontuário Eletrônico do Paciente.

1. INTRODUÇÃO

O tempo gasto no sistema de atendimento no setor de emergência em um hospital pode gerar um transtorno para o paciente. Isto ocorre devido a longas filas para serem feitas as fichas de entrada para este serviço. Com a ajuda da tecnologia, que nos permite certas comodidades e facilidades, esse processo pode ser executado de uma maneira mais prática e com menor tempo de espera, evitando aborrecimentos no processo.

Em relação a rede pública, a lei diz que o tempo máximo de espera para ser atendido deve ser de 2 horas (VEJA, 2014).

Segundo Nublat, (2014) esse tempo válido para hospitais públicos, é o mesmo

[1] Pós-Graduada em Redes Industriais de Comunicação e Controle. Técnica em Eletrônica II na Nice Brasil. E-mail: fernandaleite.x@gmail.com

[2] Mestre em Engenharia da Informação– Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica Industrial. E-mail: daniel.bruno@sp.senai.br

[3] Doutor em Engenharia Mecânica e Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: sergio.bernatavicius@sp.senai.br.

[4] Mestre em Engenharia Mecânica e Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: flavio.dacruz@sp.senai.br

tempo máximo de espera para Unidades de Pronto Atendimento (UPA) e atendimento em geral do Sistema Único de Saúde (SUS) em São Paulo.

Por mais que existam leis em algumas cidades, a realidade dos atendimentos não é como realmente deveria ser. O setor público é um lugar onde nem sempre é possível cumprir este prazo devido a vários motivos, dentre eles, a falta de médicos, condições de trabalho e a alta demanda de pacientes.

Para definir o tempo máximo de espera para atendimento numa emergência, precisa saber o grau de necessidade do paciente. Segundo a Agência Nacional de Saúde Suplementar - ANS (2012), divide por cores os níveis de gravidade dos casos. Podendo seguir uma regra de cores da Portaria 2048, do Ministério da Saúde (2002) onde são definidos: vermelho - risco emergente; laranja - muito urgente; amarelo – urgente; verde - pouco urgente; e azul - não urgente.

Passando a observar a tecnologia do âmbito hospitalar, que sai da tela do computador e fica mais acessível aos usuários, percebe-se que já existe a possibilidade de cadastrar seus dados pessoais e algumas informações básicas de saúde em seu *smartphone* por meio de um aplicativo chamado "Ficha Médica" para sistema operacional *iPhone Operating System* (IOS). A Ficha Médica permite que socorristas tenham acesso ao aplicativo sem a necessidade de desbloquear o celular, para auxílio em casos de acidentes, desmaio, convulsão, onde o primeiro atendimento é feito ainda no local. Em seu conteúdo, está disponível informações como: nome, endereço, uma pessoa para entrarem em contato, tipo sanguíneo, alergias, dentre outros. Sem dúvidas, esses aplicativos são de extrema importância e facilidade para ajudar a socorrer uma vida (APPLE, 2016).

O percentual de utilização de tecnologia hospitalar no prontuário é notoriamente maior em hospitais particulares, e quem mais tem acessos são os médicos. Segundo a pesquisa realizada por Santos (2016) na revista Digital Health sobre Tecnologias de Informação e Comunicação na área de saúde (TIC Saúde), responsável por investigar tecnologias nos locais dedicados a saúde no Brasil, a automação desses processos melhora a eficiência e o procedimento do serviço. Em relação ao monitoramento por celular dos pacientes, existe uma redução de erros na parte de medicamentos com o uso dessa tecnologia, podendo receber avisos de horários e quantidade de doses, evitando esquecimentos de anotações escritas, por exemplo.

O preenchimento de fichas para salvar dados dos pacientes ao abrir uma ordem de atendimento já vem evoluindo com o tempo. O que antes era só feito no papel, em sua grande maioria já foi substituído por sistemas eletrônicos (BEZERRA, 2009).

Este tipo de registro denominado Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP), deve conter todas as informações do paciente em relação a documentos pessoais, condições de saúde, histórico hospitalar, cadastros administrativos, onde será registrado a existência de planos de saúde, e suas respectivas burocracias (PINTO, 2007).

De acordo com uma pesquisa de campo realizada no Hospital Salvalus, observou-se que para o atendimento eletrônico atual, é necessário que seja gerada uma senha, que é feita de acordo com o que o paciente selecionou ao entrar no hospital para definir sua necessidade (opção “atendimento normal”, “atendimento preferencial”, ou “exames”). O fato de precisar acompanhar o painel eletrônico que vai orientar o guichê, sala de triagem ou atendimento a cada senha que for chamada, impossibilita um deslocamento do paciente para não correr o risco de perder sua vez.

O objetivo deste trabalho é criar um sistema informatizado para ser utilizado tanto em *desktops* para os funcionários do hospital quanto a dispositivos móveis (pacientes), através de um aplicativo de celular. Este aplicativo tem com finalidade agilizar esse processo, permitindo ao usuário fazer um *login* em um sistema, onde serão armazenadas todas as informações necessárias para dar entrada à emergência de um hospital, sem precisar enfrentar filas de espera para gerar sua senha para atendimento, e repetir essa ação toda vez que precisar de um atendimento médico.

2. DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento deste projeto, foram utilizadas diversas tecnologias, dentre elas, um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), para armazenar as informações dos pacientes, médicos, fichas de atendimento e as relações de entidades envolvidas entre eles. O SGBD utilizado foi o MySQL Server 5.7, *Open Database Connectivity* (ODBC) Connector 5.3 - 64 Bits, e o ambiente de desenvolvimento integrado de aplicações, Embarcadero RAD STUDIO C++ Builder versão 10 Seatle.

2.1. Banco de dados

O SGBD, é necessário para armazenar as informações importantes e possibilitar uma pesquisa por parte do usuário de cada membro existente para o funcionamento do aplicativo (DATE, 2003).

2.1.1. Modelo de Entidade de Relacionamento (MER)

Para começar a criar um Modelo de Entidade de Relacionamento (MER), é fundamental a criação de um minimundo, para serem descritos apenas os itens relevantes que são necessários e farão parte do banco de dados da sua aplicação (PEREIRA NETO, 2007).

O Modelo de entidade de relacionamento é composto por conceitos denominados: entidade, atributo e relacionamento.

A entidade é nomeada de acordo com o que é representado dentro do domínio (um produto, por exemplo), sendo dividida entre forte, fraca e associativa, que influenciam em precisar ou não de outra entidade para existirem. Dentro de cada entidade existem atributos, onde serão definidas suas características. Esses atributos podem ser separados em descritivos, representando itens completos como nome, cor e formas; nominativos, descrevendo e identificando um objeto com o que está relacionado a ele, como por exemplo uma matrícula escolar com um respectivo aluno; e também se caracterizam como referenciais, não obrigando ter uma relação direta com a entidade, mas sem perder algum tipo de relação (RODRIGUES, 2016).

No que se refere a sua estrutura, existem algumas divisões, tendo como principais as simples, precisando apenas de uma propriedade ou compostas, que para definir as informações são necessárias muitas características, como por exemplo o cadastro de uma pessoa em um hospital, necessitando de seu nome, endereço, Registro Geral (RG), e outros documentos de identificação (SANCHES, 2005).

O relacionamento dá-se conforme a necessidade de as entidades serem definidas para se interligarem. Existem três formas para concretizar o relacionamento: 1..1 (um para um), que tem ligação em apenas entre dois pontos, como por exemplo apenas uma pessoa pode ser portadora de um determinado número de RG. O 1..n (um para muitos), onde uma das entidades está relacionada a várias outras, mas essas outras entidades poderão apenas estarem ligadas a uma, como por exemplo uma mãe pode ter vários filhos, mas os filhos só poderão ter uma mãe. Já o relacionamento n..n (muitos para muitos), as entidades podem ter relações múltiplas entre elas, como em uma confeitaria, onde um bolo pode ser feito por vários confeiteiros, e vários confeiteiros podem fazer diferentes sabores de bolo (HEUSER, 2009).

Quando descrito, podemos implantar MER transformando as palavras em um diagrama para dar forma ao SGBD.

Na Figura 1, é mostrado o MER desenvolvido para este trabalho.

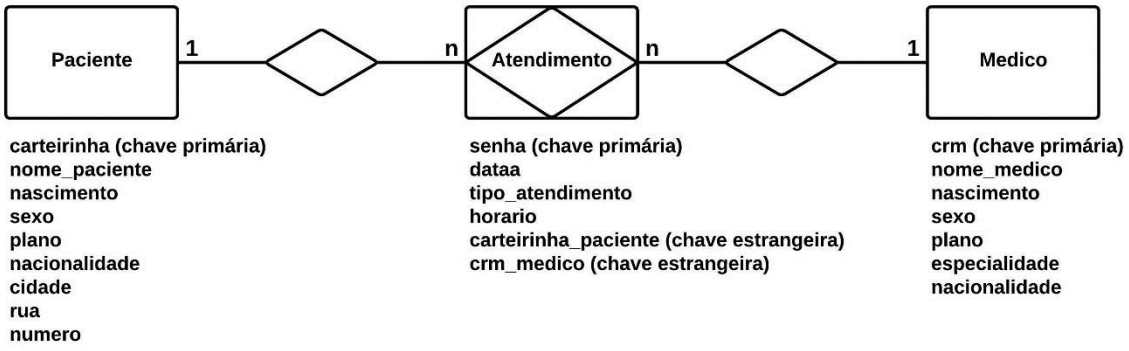


Figura 1 – MER do sistema proposto

Fonte: Elaborado pela autora

2.1.2. Desenvolvimento do banco de dados

Baseado no MER representado na Figura 1, após serem especificados os atributos de cada entidade e o relacionamento entre elas, foi possível a elaboração do banco de dados do aplicativo.

Para a criação do banco de dados foi preciso primeiramente desenvolver a tabela paciente, na qual, encontram-se as colunas necessárias para armazenar os dados, como por exemplo: nome, idade, sexo, número da carteirinha do convênio e outras informações do paciente. No SGBD é preciso utilizar chaves primárias, que identificam como única a informação dentro do banco de dados, não podendo conter valores vazios e nem repetições (MACÊDO, 2012).

Sendo assim, foi definido como chave primária a coluna número da carteirinha do convênio, que está destacado em negrito e sublinhado. A Figura 2(a) demonstra os elementos que foram incluídos no campo paciente.

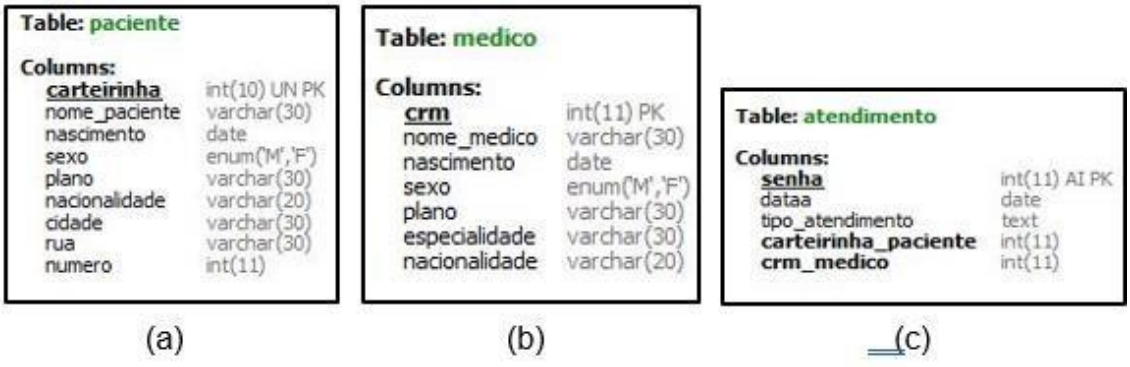


Figura 2 – Dados incluídos nas tabelas paciente, médico e atendimento

Fonte: Elaborado pela autora

Posteriormente foi criada a tabela médico, onde estão os campos para o cadastro dos médicos do hospital. Na Figura 2(b), nota-se que o número do Conselho Regional de Medicina (CRM) foi definido como chave primária. Por último, foi gerada uma tabela atendimento, mostrada na Figura 2(c), onde nela as informações das Figuras 2(a) e 2(b) são mescladas. Foram importadas como chaves estrangeiras, responsáveis por criar o relacionamento entre as tabelas e permitindo uma pesquisa no banco com maior facilidade, as chaves anteriormente denominadas primárias (MACÊDO, 2012).

Neste caso a coluna senha da Figura 2(c) foi definida como chave primária. Na Figura 3, pode-se observar as colunas completas com dados dos pacientes.

carteirinha	nome_paciente	nascimento	sexo	plano	nacionalidade	cidade	rua	numero
1	Fred	1990-03-08	M	Unimed	Brasil	SP	Lima	36
2	Mercurie	1989-04-18	F	Bradesco	Brasil	Aruia	Bari	89
3	Bilv	1999-07-17	M	GreenLine	Default	SCS	Alegre	77
NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

Figura 3 – Preenchimento das informações na tabela paciente

Fonte: Elaborado pela autora

2.1.3. Linguagem SQL

Structured Query Language (SQL) teve origem em meados dos anos 70. Sendo uma linguagem de consulta estruturada, ela possibilita o relacionamento com o sistema de gerenciamento de banco de dados, e atua em trabalhos que contenham a necessidade de armazenamento de dados de usuários e consultas de informações, por exemplo (ALVES, 2013).

Essa linguagem foi criada pela *International Business Machines* (IBM), e com o passar do tempo foi produzida por outras empresas, onde fez-se necessário uma padronização. A *American National Standards Institute* (ANSI) foi a responsável por isso. A linguagem SQL é separada em subconjuntos (MIRANDA, 2013).

A divisão no SQL proporciona o auxílio no que se deseja executar no banco de dados (MACIEL, 2013).

No Quadro 1 é demonstrado os subconjuntos e suas aplicações:

Quadro 1 – Subconjuntos da linguagem SQL

Sigla Subconjunto	Descrição da Sigla	Aplicação
DML	Linguagem de Manipulação de Dados	Mudanças, inserções e retiradas dentro do banco.
DDL	Linguagem de Definição de Dados	Estabelecer estrutura de banco de dados.
DCL	Linguagem de Controle de Dados	Limitar os acessos nas alterações do banco.
DTL	Linguagem de Transação de Dados	Controlar as operações de transação.
DQL	Linguagem de Consulta de Dados	Responsável pela consulta do banco de dados.

Fonte: Adaptado pela autora, segundo Maciel (2013).

2.2. Open Database Connectivity

De acordo com Milener (2017) o *Open Database Connectivity* (ODBC) é um *driver* de conectividade para banco de dados abertos que pode ser adicionado a um SGBD, contendo uma biblioteca que proporciona a utilização de qualquer linguagem, podendo ser escrita em Delphi, Visual Basic, C++, e outras disponíveis para programação. O ODBC permite a importação de dados de uma aplicação feita em SQL, como neste projeto.

2.3. Embarcadero RAD Studio

O Embarcadero Rad Studio é uma IDE (*Integrated Development Environment* ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) que permite a elaboração de *softwares* para *desktops* com sistemas operacionais Windows e Linux e dispositivos móveis com sistema Android e IOS, além disso, também permite construção de aplicações para Web. Sua origem deu-se em 1995, sendo apresentado como uma versão para desenvolvimento rápido, por isso a adição do nome RAD (*Rapid Application Development*). Com base na linguagem Pascal, houve o desenvolvimento da Linguagem Object Pascal e do IDE Delphi. Foi criado também um IDE baseado na linguagem C++, o C++ Builder. A empresa *Borland Software Corporation* foi a responsável pela produção do *software* até 2006, onde foi comprada pela Codegear, que foi adquirida pela Embarcadero Technologies a partir de 2008, onde se mantém a fabricação até os dias de hoje (MOURÃO, 2007).

2.4. Rede Wi-Fi

Neste projeto a comunicação do aplicativo com o servidor do hospital para obter acesso ao banco de dados com as informações para escolha do guichê, consultório médico a ser dirigido e abertura do prontuário de entrada será por meio de Wi-Fi, abreviação de *Wireless Fidelity*, que permite a transmissão de dados sem fio. Fundamentada no padrão IEEE 802.11 que determina as regras para aplicação das redes Wi-Fi e permite suas criações (ALECRIM, 2013).

O aplicativo funcionará apenas se for conectado à rede Wi-Fi do hospital, para evitar solicitações de atendimento de usuários que não estão presentes no ambiente da emergência. Além disso, o sistema também irá validar as coordenadas do dispositivo com aquelas obtidas por *Global Positioning System* - Sistema de Posicionamento Global (GPS), para auxiliar na sua utilização apenas na região do hospital.

2.5. Metodologia

O projeto terá funcionalidade após o usuário instalar o aplicativo em seu celular. Em seguida deverá criar uma conta no aplicativo com seu e-mail e senha para entrar no sistema. Posteriormente, será necessário preencher um cadastro com as informações pessoais e algumas questões relacionadas a saúde para o hospital ter acesso no momento de gerar a ficha de cadastro. Após estar cadastrado, é preciso estar no hospital para conectar-se ao Wi-Fi da unidade em questão para conseguir solicitar um tipo de atendimento. Esta regra, visa garantir que pacientes não tentem iniciar um atendimento a partir de outras localidades que não o hospital.

Selecionado o modo de emergência a ser utilizado, deverá aguardar o número de senha a ser processado pelo sistema do hospital, que recebeu as informações que são indispensáveis para abertura de um atendimento. Essa senha irá aparecer no aplicativo e em um painel eletrônico para pessoas que não têm acesso a *smartphones* possam ser atendidas da mesma forma. O painel receberá a informação através de um *hardware* via Radiofrequência. Depois da senha aparecer na tela, é o momento de aguardar pela disponibilidade de um guichê, que também será avisado pelo aplicativo. O diagrama da Figura 4 mostra o processo a ser seguido.

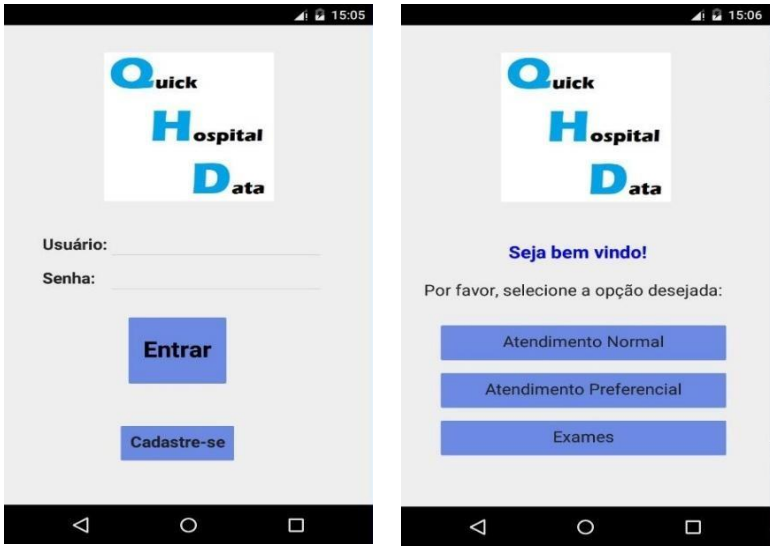


Figura 4 – Sequência de passos para usar o aplicativo

Fonte: Elaborado pela autora

2.5.1. Aplicativo

O aplicativo foi desenvolvido no RAD Studio C++ Builder 10 Seatle, dando a opção de a pessoa entrar no sistema com seu nome de usuário e senha, onde estarão salvos os dados pessoais do paciente que serão necessários para dar abertura ao prontuário de entrada no hospital, como mostrado na Figura 5(a).



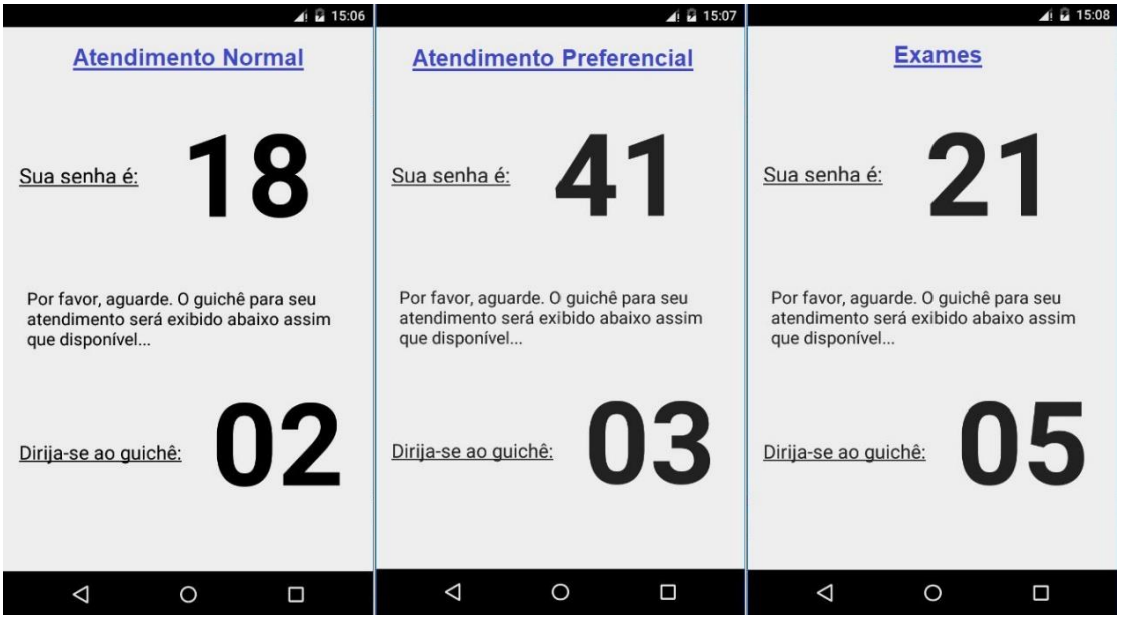
(a) (b)

Figura 5 – *Login* para dar entrada no hospital e seleção do tipo de atendimento

Fonte: Elaborado pela autora

Em seguida, como mostra a Figura 5(b), o paciente poderá escolher a opção de atendimento desejado para gerar uma senha, que será mostrada numa próxima tela para ser acompanhado até o momento de ser avisado qual guichê deve-se dirigir, e posteriormente saber o consultório que ocorrerá o atendimento.

No guichê da recepção terá uma pessoa responsável por conferir os dados do paciente na sua ficha de entrada, que deverá ser impressa. Dado conhecimento dos itens e os mesmos sendo confirmados, será necessário que o usuário assine o documento a fim de identificar, registrar, e comprovar que são verdadeiras as informações para serem arquivadas no sistema do hospital. Esses arquivos estarão disponíveis para toda equipe médica e administrativa do hospital, caso haja necessidade.



(a) (b) (c)

Figura 6 – Sequência de telas para atendimento geradas no aplicativo

Fonte: Elaborado pela autora

Na Figura 6(a), é apresentada a tela para atendimento normal, com uma senha que foi gerada automaticamente com base no incremento para o próximo número disponível. Assim que algum guichê se encontrar disponível, o mesmo terá seu número mostrado abaixo da senha formada anteriormente. As figuras 6(b) e 6(c), retratam exemplos dos outros tipos de opção de atendimento.

2.6. Resultados Parciais

A fim de validar a metodologia proposta, o aplicativo foi testado em uma condição de ambiente controlado em comunicação com uma rede criada em desktop, para comprovar a eficácia do programa produzido, simulando poucos guichês de atendimentos que recebem os chamados e geram as senhas de acordo com o que se deseja selecionar. Foi identificado que o sistema fornece corretamente as senhas, separando-as por suas prioridades.

Por se tratar de um banco de dados para fim experimental, o MySQL foi escolhido por ser um banco aberto e gratuito, voltado para projetos de pequeno e médio porte. Sua capacidade de armazenamento foi inicialmente feita para suportar cerca de 100 milhões de registros por tabela e foi evoluindo com o tempo, podendo receber mais informações, tornando-se suficiente para esta situação (TEIXEIRA, 2013).

Caso fosse colocado num cenário real onde o fluxo de pessoas é variável, podendo ter mais ou menos atendimentos em um mesmo dia, havendo necessidade de um banco que suporte mais informações e seja mais robusto, como por exemplo o Oracle Database, fica a critério do cliente a compra de um SGBD e isso não impediria o funcionamento do sistema por o mesmo conseguir se adaptar as condições necessárias.

O tempo que o paciente levaria esperando os funcionários chamarem um a um para preencher as fichas e dar entrada no sistema é notoriamente diminuído com a autonomia que o aplicativo permite ao usuário. Cria-se a possibilidade de cadastrar dados pessoais, gerar o próprio atendimento e ter liberdade para aguardar o chamado sem ter a obrigação de ficar em frente de um painel eletrônico para saber onde ir.

3. CONCLUSÃO

O aplicativo desenvolvido neste projeto tem como objetivo facilitar e acelerar o processo de entrada no prontuário do paciente em um hospital particular no setor de emergência. Em relação ao banco de dados foi possível concluir o cadastro de usuários do aplicativo, solicitação de atendimentos, registros internos de relação de entidade entre pacientes, especialidades, data da consulta, médico que executou o serviço e informações salvas dos pacientes acessíveis no banco.

A liberdade que o usuário ganha em poder ir ao banheiro, lanchonete do hospital, ou aguardar seu atendimento sem a necessidade de ficar obrigatoriamente na frente do painel eletrônico é benéfico para conforto do paciente, e rápido por seus dados já estarem prontos e serem gerados automaticamente na solicitação do serviço.

A intenção é aplicar o projeto em um hospital real, para possibilitar ideias de melhoria e ter certeza do funcionamento da aplicação.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR. ANS **Tempo de espera na Urgência e Emergência. v.1 n. 1 nov.** 2012. Disponível em: <www.ans.gov.br/images/stories/prestadores/E-ACE-02.pdf>. Acesso em: jun. 2017.

ALECRIM, Emerson. **O que é Wi-Fi (IEEE 802.11)**. 2013. Disponível em: <https://www.infowester.com/wifi.php>. Acesso em: 14 out. 2017.

ALVES, Gustavo Furtado de Oliveira. **Você precisa saber o que é SQL!** 2013. Disponível em: <https://dicasdeprogramacao.com.br/o-que-e-sql/>. Acesso em: 14 out. 2017.

APPLE. Suporte. **Configurar a Ficha Médica no app Saúde no iPhone**. 2016. Disponível em: <https://support.apple.com/pt-br/HT207021>. Acesso em: 22 nov. 2017.

BEZERRA, Selene Maria. **Prontuário Eletrônico do Paciente: uma ferramenta para aprimorar a qualidade dos serviços de saúde**. Revista Meta: Avaliação, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 73-82, 2009. Disponível em: <http://revistas.cesgranrio.org.br/index.php/metaavaliacao/article/view/12>. Acesso em: 10 ago. 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 2048, de 5 de novembro de 2002**. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2002/prt2048_05_11_2002.html>. Acesso em: 05 nov. 2017.

CFM: tempo de espera em pronto-socorro deve ser de até duas horas. **Veja**, São Paulo, 16 set. 2014. Disponível em: <veja.abril.com.br/saude/cfm-tempo-de-espera-em-pronto-socorro-deve-ser-de-ate-duas-horas/>. Acesso em: 09 out. 2017.

DATE, C J. Introdução a Sistemas de Bancos de Dados. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

HEUSER, Carlos Alberto. Projeto de banco de dados. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. v.4. (Livros didáticos informática UFRGS.)

MACÊDO, Diego. **Entendendo as Chaves dos Bancos de Dados**. 2012. Disponível em: <http://www.diegomacedo.com.br/entendendo-as-chaves-dos-bancos-de- dados/amp/>. Acesso em: 02 set. 2017.

MACIEL, Janai. **Conceitos de Linguagens de Programação.** 2013. Disponível em: <http://www.ppgsc.ufrn.br/~rogerio/material_auxiliar/CLP20132_SQL.pdf>. Acesso em: 14 set. 2017.

MILENER, Gene. **What is ODBC?** 2017. Disponível em: <https://docs.microsoft. com/pt-br/sql/odbc/reference/what-is-odbc>. Acesso em: 12 nov. 2017.

MIRANDA, Willian. **O que é SQL e para que ele serve.** 2013. Disponível em: <http://aprendaplsql.com/sql/o-que-e-sql/#O_que_e_SQL>. Acesso em: 14 set. 2017.

MOURÃO, Rodrigo. **O Embarcadero Delphi ao longo dos anos.** 2007. Disponível em:

<https://www.rodrigomourao.com.br/o-embarcadero-delphi-ao-longo-dos-anos/>. Acesso em: 11 out. 2017.

NUBLAT, Johanna. Paciente deve esperar no máximo 2h para ser atendido em emergência, diz CFM. **Folha de São Paulo**, 16 set. 2014. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2014/09/1516746-pacientes-devem-esperar- no-maximo-2h-para-serem-atendidos-em-emergencias-diz-cfm.shtml>. Acesso em: 09 out. 2017.

PEREIRA NETO, Francisco Gonçalves. **Mini-Mundo.** 2007. Disponível em: <http://e-reality-database.blogspot.com.br/2007/09/mini-mundo.html>. Acesso em: 20 set. 2017.

PINTO, Virgínia Bentes. Prontuário eletrônico do paciente: documento técnico de informação e comunicação do domínio da saúde. **Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Florianópolis, v. 11, n. 21, p. 34-48, nov. 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2006v11n21p34 https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/ article/view/1518-2924.2006v11n21p34>. Acesso em: 13 jul. 2017.

RODRIGUES, Joel. **Modelo Entidade Relacionamento (MER) e Diagrama Entidade-Relacionamento (DER).** 2016. Disponível em: <https://www.devmedia. com.br/modelo-entidade-relacionamento-mer-e-diagrama-entidade-relacionamento- der/14332>. Acesso em: 5 nov. 2017.

SANCHES, André Rodrigo. **Modelos Entidade Relacionamento**. 2005. Disponível em: <https://www.ime.usp.br/~andrers/aulas/bd2005-1/aula7.html>. Acesso em: 05 ago. 2017.

SANTOS, Felipe César. Digital Health. **Melhores práticas em saúde, qualidade e acreditação**, São Paulo, v. 4, n. 18, mai./ago. 2016. p. 4-5. Acesso em: out. 2017.

TEIXEIRA, José Ricardo. **Introdução ao MySQL.** 2013. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/introducao-ao-mysql/27799>. Acesso em: 13 set. 2018.

SISTEMAS DE PROPULSÃO DE CARROS ELÉTRICOS

André Luis do Couto[1]
Elias Felipe de Carvalho - Orientador[2]
Marcos Antônio Felizola - Coorientador[3]

RESUMO

Há forte tendência de substituição, nos próximos anos, da propulsão à combustão interna de veículos pela fornecida por motores elétricos ou em combinação com o tradicional à queima de combustível. Os sistemas emergentes podem ser constituídos de motores de corrente contínua (CC), indução, síncrono, de relutância variável ou de imãs permanentes. O tipo de motor dependerá do porte e da carga do veículo, com vantagens e desvantagens. A proposta deste trabalho é discutir as principais características dos motores elétricos utilizados em carros elétricos, tais como torque, potência e velocidade e seus desempenhos. Para tal, foi realizada ampla pesquisa bibliografia permitindo apresentar um cenário sobre a aplicação dos motores elétricos em carros elétricos.

Palavras-chave: Carros elétricos. Eficiência energética. Carros híbridos. Veículos elétricos. Motores Elétricos.

1. INTRODUÇÃO

A expectativa de exaustão das reservas petrolíferas para as próximas décadas e os impactos ambientais, dentre os quais o aquecimento global, da queima de combustíveis fósseis em motores a explosão, têm servido de motivação para a substituição gradativa de carros à combustão interna por carros elétricos e/ou híbridos (LOPES, 2012).

Métodos de gerenciamento de energia e de desenvolvimento de controle de motores elétricos são alguns dos temas de estudos que vêm sendo desenvolvidos de maneira a viabilizar a substituição da frota de motores a combustão interna, tidos estes como agressivos ao meio ambiente. Carros elétricos e híbridos são considerados tecnologia “verde”, embora também provoquem impactos ambientais (a confecção de

[1] Pós-Graduando em Eletrônica de Potência para Sistemas Industriais pela Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta. E-mail: couto.andre@uol.com.br
[2] Mestre em Sistemas Elétricos de Potência pela Universidade Federal de Uberlândia e Bacharel em Fisica pela Universidade de São Paulo. E-mail: elias.carvalho@sp.senai.br
[3] Mestre em Automação pela Universidade de Taubaté (UNITAU) e Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade São Judas Tadeu (USJT). E-mail: mafelizola@sp.senai.br

baterias, por exemplo, exige enorme consumo de elementos químicos como Lítio e elementos Terras Raras). Desta forma, a escolha do motor elétrico adequado é de suma importância, de modo para, dada a aplicação, aumentar a eficiência energética e, por conseguinte, reduzir o impacto de carregamento da frota futura de carros elétricos à rede de distribuição de eletricidade urbanas; reduzir a emissão de poluentes; reduzir o tamanho das baterias (que, sendo pesadas, reduzem a eficiência e consomem muitos recursos).

Os documentos estudados em ZIA (2016) e em ELECTRIC POWERTRAINS (2008), apresentam inúmeras configurações de carros híbridos, os quais consistem na associação de propulsores elétricos e também à combustão interna. Motores elétricos e à combustão podem ser associados em paralelo, em série, em composições mistas, conforme ilustrado na Figura 1.

Cada tipo de motor ou de associação apresenta características de torque, de potência e de eficiência para uma dada faixa de velocidade.

Os carros híbridos apresentam-se como uma alternativa ao período de transição para a plataforma totalmente elétrica, pois coexistiriam com carros à combustão e elétricos, usufruindo da antiga estrutura de carros à combustão e também na estrutura, ainda em desenvolvimento e implantação, de suporte aos carros elétricos (pontos de carregamento de baterias, desenvolvimento de mão de obra especializada neste segmento, construção de vias adequadas, etc).

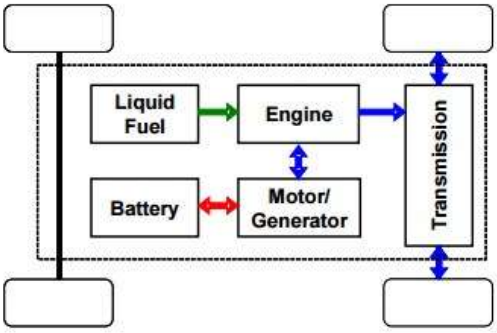


Figura 1 - Exemplo de Powertrain de Carro Híbrido.
Fonte: ELECTRIC POWERTRAINS (2008)

Dependendo da configuração destas fontes de energia, um veículo pode ser definida como um hibrido de configuração série ou paralelo. Um veículo de configuração série tem duas fontes de energia ligados entre si em série, o que significa que a saída da primeira fonte de energia alimenta a entrada do segundo, e existe apenas

uma fonte de alimentação diretamente ligada a transmissão do veículo. O exemplo mais comum deste tipo de híbrido é a do motor a gasolina ou a diesel acionando um gerador elétrico. Nesta configuração, o motor a gasolina e motor elétrico estão em série, e o motor à combustão não se conecta diretamente à transmissão.

Um híbrido paralelo tem duas fontes de energia (elétrica e à combustão, por exemplo) em paralelo. Cada fonte de energia pode fornecer uma parte ou toda a energia necessária para o veículo, em qualquer momento particular.

Exemplos comuns de híbridos paralelos são os veículos em que tanto um motor a gasolina e um motor elétrico conectam-se à transmissão. Híbridos paralelos também podem utilizar o motor elétrico como gerador, captando a energia a partir da frenagem: esta energia é armazenada para uso posterior, maximizando a eficiência.

Os principais componentes de um veículo elétrico são o motor elétrico (ME) de tração, controladores eletrônicos, fontes de energia e sistema de transmissão. A estrutura detalhada de um Veículo Elétrico (VE) e a interação entre suas várias componentes é ilustrada na Figura 2.

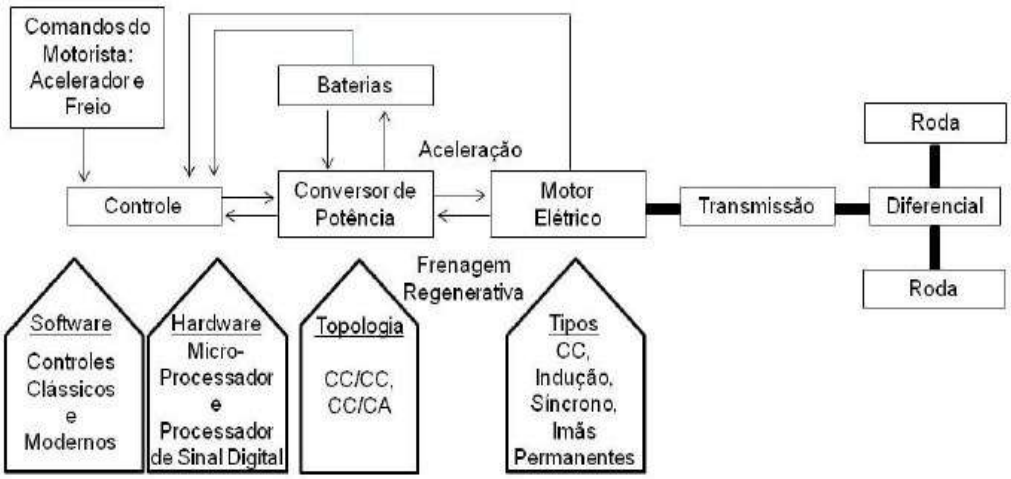


Figura 2 – Principais escolhas e componentes elétricos para um veículo elétrico

Fonte: ELECTRIC POWERTRAINS (2008)

2. MOTORES ELÉTRICOS UTILIZADOS EM PROPULSÃO

2.1. Motor DC

A vantagem do uso do motor DC advém da simplicidade de implementação e de controle, uma vez que este permite uma ligação direta às baterias sem a necessidade de sistema complexo de potência ou controle. Por outro lado, para potências superiores a 20kW, estes motores necessitam de polos de comutação e de enrolamentos de compensação, o que os tornam maiores e mais caros. Como é inviável o enfraquecimento do campo[4], o que possibilitaria o aumento da densidade de potência, haja visto que não é possível a excitação dos ímãs permanentes. Desvantagens adicionais devem-se ao fato de estes motores necessitarem de escovas e comutadores mecânicos, provocando um impacto negativo nos custos de manutenção e na confiabilidade do motor (CARROS ONLINE, 2018).

O volume do motor DC diminui significativamente com o aumento do número de pólos e a partir de 2p=6, as melhorias são mínimas. No entanto o aumento de par de pólos aumenta as perdas no ferro, reduzindo a eficiência global.

O motor DC tem densidade de potência razoável, baixo rendimento e confiabilidade, mas tem as vantagens de custo baixo e controlabilidade simples, especialmente para potências baixas (LOPES, 2012).

2.2. Motor de Indução

Os motores de indução, tal como os DC, são motores tecnicamente mais "maduros", mas oferecem uma densidade de potência e rendimentos superiores aos DC. As perdas dominantes são as perdas no cobre (por efeito Joule). A Figura 3 ilustra dois tipos de motores de indução: com rotor bobinado e com rotor gaiola de esquilo (CARROS ONLINE, 2018).

Devido às baixas correntes de magnetização existentes, no modo de campo enfraquecido, as perdas no cobre são reduzidas e consequentemente o motor permite bons rendimentos a altas velocidades. Em comparação ao motor de ímãs permanentes, o de indução não apresenta rendimentos tão elevados à velocidade nominal, devido às perdas no cobre geradas pelas correntes de magnetização. Outra desvantagem é o aquecimento do rotor devido a estas perdas que gera a necessidade de integração de um sistema de arrefecimento influenciando a limitação do regime de sobrecarga. Ademais, a

distância do entreferro deve ser minimizada, para reduzir as correntes de magnetização, processo este que exige processamentos minuciosos por parte do fabricante, o que aumenta o custo de produção do motor.

Devido às suas características, é um dos tipos preferidos para aplicações em carros elétricos.

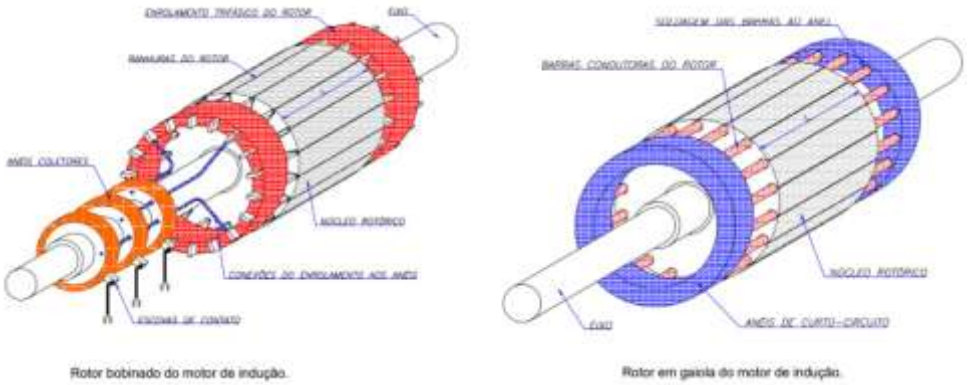


Figura 3 – Motores de Indução
Fonte: (USP -PEA 2211, 2018)

2.3. Motor de Imãs Permanentes

A excitação deste motor é criada pela existência de imãs permanentes no rotor e, sendo tais ímãs relativamente pequenos, este motor tem uma boa densidade de potência. Não sendo necessária nenhuma corrente de excitação, o motor apresenta um rendimento global muito bom à velocidade nominal. As perdas dominantes neste motor são as perdas no ferro, que ocorrem principalmente no estator, facilitando o arrefecimento da máquina, quando necessário. Estas características elegem o motor de ímãs permanentes como líder no que diz respeito à densidade de potência e rendimento (BRAVO, 2016).

As desvantagens deste tipo de motor residem no custo elevado de elementos raros como o NdFeB , embora estes custos tenham decrescido, e na componente adicional de corrente necessária, no modo de campo enfraquecido, onde as perdas no estator aumentam e consequentemente o rendimento diminui para velocidades elevadas. Outra desvantagem está relacionada com o regime de sobrecarga. Durante este regime (restrito pela característica dos ímãs) para se prevenir uma possível desmagnetização irreversível dos ímãs, evita-se a combinação de altas temperaturas nos ímãs com correntes altas no estator (um sistema preciso de medição de temperatura é essencial).

Tal como os motores de indução, os de ímãs permanentes são uma das melhores escolhas, a priori (pois é preciso considerar custos e riscos de desmagnetização) para aplicação em veículos elétricos.

2.4. Motor de Relutância Variável

Este motor provê densidade de potência e rendimento semelhantes ao de motor de indução. Entretanto, tem construção mais simples, sem enrolamentos no rotor e com enrolamentos concentrados no estator, o que leva este motor a obter melhores características térmicas. Tem ainda a vantagem do custo de fabricação e de manutenção reduzidos. De forma a obter uma boa densidade de potência com este motor, necessita-se aumentar a distância no entreferro, o que consequentemente aumenta o ruído sonoro gerado pelo motor. Medidas para a redução deste ruído diminuem a densidade de potência deste motor, fazendo com que as características do motor de indução se sobressaiam em relação ao de relutância. Outra desvantagem deste motor é o *ripple* de binário a baixas rotações e a complexidade na implementação de controle deste motor, devido à nãolinearidade na determinação da corrente. Estas características fazem com que o motor de relutância seja atualmente utilizado apenas em protótipos, não querendo dizer todavia, que não seja um motor com potencial suficiente para se afirmar no mercado mais tarde
(4).

3. ESTADO DA TÉCNICA

Em um veículo puramente elétrico (VEH), as baterias, capacitores, células a combustível, dentre outras fontes possíveis de energia, são responsáveis por fornecer potência elétrica ao veículo. A eletrônica de potência, por sua vez, encarrega-se de regular a potência elétrica adequando e condicionando a tensão e corrente fornecidas antes de entregá-las para o Motor Elétrico (ME). O ME então converte essa potência elétrica em potência mecânica e a disponibiliza em seu eixo através de torque e de rotação. Quando, no entanto, ocorre o contrário, o ME opera como gerador, convertendo potência mecânica em elétrica e recarregando as baterias e/ou os capacitores presentes no veículo (CARROS ONLINE, 2018).

BRAVO (2016) apresenta um estudo sobre as máquinas elétricas que são

mais frequentemente empregadas em Veículos Elétricos Hibridos (VEHs), com destaque para os motores síncronos de ímãs permanentes, também conhecidos como *brushless DC*, os motores de relutância chaveada (SRM) e os motores de indução.

Dos diversos tipos de motores considerados, os motores com comutador e escovas foram descartados em BRAVO (2016), devido à menor eficiência e à maior necessidade de manutenção em virtude do desgaste das escovas. Mencionam-se também os mesmos três tipos de motores elétricos como sendo os mais apropriados para aplicações de tração veicular.

LOPES (2012) afirma que a tecnologia atual para motores de VEHs é restrita, basicamente, aos motores síncronos de ímãs permanentes, embora motores de indução (motores assíncronos) também sejam aplicados em alguns casos específicos. Os motores de relutância chaveada, por outro lado, são apontados apenas como uma solução futura promissora, mas sem muita viabilidade de aplicação imediata.

LOPES (2012) também descarta a utilização de motores de corrente contínua (CC) por causa de sua baixa eficiência e elevada manutenção, embora apontem que os custos envolvidos são inferiores àqueles dos motores de corrente alternada (CA) devido à maior facilidade de controle dos motores de CC.

Algumas características importantes que MEs devem apresentar para poderem ser aplicados na tração de veículos são: elevada eficiência, alta confiabilidade e robustez, baixo custo, altos valores de torque específico (Nm/kg) e potência específica (W/kg), baixo ruído e uniformidade de operação (pouca ou nenhuma flutuação de torque).

Os motores de indução, embora sejam aplicados na tração de alguns veículos, geralmente apresentam eficiências inferiores às dos motores síncronos de ímãs permanentes devido às perdas inerentes de seu mecanismo de funcionamento. O tamanho (volume) de um motor de indução também tende a ser maior do que de um motor de ímãs permanentes com a mesma classificação de potência e rotação. Assim, destacam-se como principais características dos motores de ímãs permanentes sua elevada eficiência e elevadas densidades de torque e potência (LOPES, 2012 e BRAVO, 2016). Não é à toa que esse tipo de motor possui o maior número de aplicações em VEHs, podendo-se destacar o Toyota Prius e o Honda Insight.

Apesar do elevado custo dos ímãs permanentes, normalmente feitos com

elementos de terras raras, a utilização de motores que os utilizam é viável quando seus níveis de potência são relativamente baixos, como é o caso de VEHs de configuração paralela, por exemplo. Menores níveis de potência implicam na utilização de menores ímãs e, portanto, impactam positiva e diretamente no custo final (LOPES, 2012 e BRAVO, 2016).

Tabela 1 – Comparação típica de características de motores

	Motor DC	Motor de Indução	Motor de Ímanes Permanentes	Motor de Relutância
Número de pólos	5	2	6	12/8
Rendimento máximo	84%	89%	97%	88%
Densidade de potência	1,6	2,5	6,1	2,6

Fonte: Elaborada pelo autor

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou os principais tipos de motores utilizados em carros elétricos e também em híbridos. A escolha de um determinado tipo de motor depende se o veículo é leve ou pesado, a velocidade, o torque, a eficiência e potência requeridas. O trabalho não consistiu numa análise ampla e exaustiva sobre a aplicação de motores na propulsão de carros elétricos, mas objetivou apresentar um panorama inicial de estudo baseado em estudo bibliográfico, fornecendo os conceitos básicos, como as características principais dos motores elétricos em veículos elétricos.

REFERÊNCIAS

ZIA, A. **A comprehensive overview on the architecture of Hybrid Electric Vehicles (HEV)**, *2016 19th International Multi-Topic Conference (INMIC)*, Islamabad, 2016, pp. 1-7.

MAHMOUDI, C.; FLAH, A; SBITA, L. **An overview of electric Vehicle concept and power management strategies**, *2014 International Conference on Electrical Sciences and Technologies in Maghreb (CISTEM)*, Tunis, 2014, pp. 1-8.

ELECTRIC POWERTRAINS, MIT Electric Vehicle Team, Abril 2008 Disponível em: <http://web.mit.edu/evt/summary_powertrains.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2017.

CARROS ONLINE, **A diferença entre o híbrido paralelo e série.** Disponível em: <http://www.carro-carros.com/carros/cars-trucks-autos/hybrid-cars/105404.html>. Acesso em: 25 jun. 2018.

LOPES, J. **Metodologias de Dimensionamento e de Gestão de Fontes de Energia para Veículos Elétricos**. Dissertação de Doutorado, 2012. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Unicamp.

BRAVO, D. **Estudo sobre a Utilização de um Sistema Auxiliar Elétrico para a Propulsão de Veículos Leves de Baixa Cilindrada**. Dissertação de Mestrado, 2016. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Unicamp.

USP-PEA 2211. **Introdução à Eletromecânica e à Automação**. Notas de Aula. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/375427/mod_resource/content/1/MOTOR_DE _INDUCAO_PARTE_TEORICA.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2018.

SISTEMA G-MAC DE MONITORAMENTO E ATENDIMENTO DE ATIVOS

Renan da Silva Soares[1]
Kaio Henrique Cesário de Padua[2]
Rafael Mota de Figueiredo[3]
Tadeu Soares Silva[4]
Erick Toshio Yamamoto[5]
Ricardo Hovacker Baldaconi[6]
Nelis Evangelista Luiz[7]

RESUMO

As empresas e seus departamentos de manutenção têm investido em novas tecnologias visando à redução de custos e à eliminação de desperdícios. No entanto, entre os principais gargalos financeiros da Manutenção, é a falta de informação rápida e de qualidade. Com a crescente utilização da Internet e com a comercialização a baixo custo de módulos eletrônicos baseados em Internet das coisas, o sistema G-MAC busca disponibilizar uma alternativa apresentando o desenvolvimento de um protótipo que permite monitorar remotamente através de um aplicativo Android e informações dos sensores. Para isso foi usado um dispositivo com módulo Wi-Fi que permite monitorar os sinais, recebê-los e transmiti-los para o aplicativo através de um servidor. O aplicativo atende aos requisitos propostos e permite ao usuário o monitoramento e uma interface amigável para o registro de informações com qualidade e rapidez. **Palavras-chave:** Manutenção. Sensores. Protótipo. Internet das Coisas.

1. INTRODUÇÃO

A automação industrial de um sistema é um procedimento mediante o qual as tarefas realizadas por operadores humanos são transferidas a um conjunto de elementos tecnológicos. (SILVEIRA, 2018)

Com a Internet das coisas, na qual os objetos passam a se conectar e a trocar informações através da internet, a automação industrial alcançou patamares ainda mais

[1, 2, 3, 4] Graduados em Tecnologia em Manutenção Industrial na Faculdade SENAI "Robert Simonsen". E-mail: renansoaress@hotmail.com, kaiohenrique.p@hotmail.com, motafiguerei@bol.com.br, eitadeu@hotmail.com.
[5, 6, 7] Orientadores. E-mail: erick.yamamoto@sp.senai.br, ricardo.baldaconi@sp.senai.br, nelis.evangelista@sp.senai.br.

elevados. Os objetos físicos, “coisas”, passam a alojar sistemas eletrônicos embarcados com componentes de *software*, sensores e, principalmente, conectividade, que permite que esses objetos troquem informações por meio da rede. Em virtude dessa nova tecnologia e levando em consideração a realidade de várias empresas que sofrem com as falhas de comunicação do setor de manutenção, o sistema G-MAC de Monitoramento e Atendimento de Ativos busca fornecer uma alternativa eficiente e de baixo custo para os seus adeptos.

O sistema foi projetado para atender qualquer equipamento industrial, necessitando apenas de uma análise prévia para identificar e adequar quantos e quais dispositivos de monitoramento serão utilizados.

O sistema é constituído por um painel eletrônico, um servidor e um aplicativo Android.

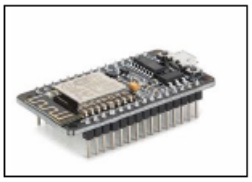
2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados estão listados abaixo e os procedimentos são descritos nos itens seguintes.

Para montagem do painel, foram utilizados 1 Módulo Wi-Fi ESP8266 NODEMCU ESP-12E (Figura 1), 2 Protoboard 400 pontos, 1 Protoboard 170 pontos, 1 Resistor de 220 Ohm 5% (1/4w), 1 Led difuso 5mm vermelho, 2 placas de acrílico translúcido com medidas de 170x205x4mm, com acabamento nos cantos de 45° e 4 Parafusos M4x50mm de aço cabeça lisa com 8 porcas sextavadas.

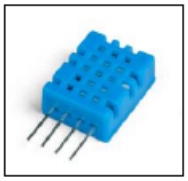
Para teste do sistema foram utilizados 2 sensores de umidade e temperatura DHT11 (Figura 2) e 1 sensor ultrassônico HC-SR04 (Figura 3) e 2 Resistores de 4k7 Ohm 5% (1/4w). Para visualização do aplicativo foi usado 1 celular com sistema Android.

Figura 1 – *Hardware* principal do protótipo - NodeMcu 12E



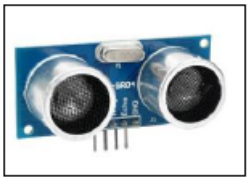
Fonte: Instituto NBC (2018)

Figura 2 – DHT11 (Sensor para Teste)



Fonte: Robocore (2018)

Figura 3 – Ultrassônico (Sensor para Teste)



Fonte: Robocore (2018)

Para a programação e para o tratamento digital dos dados, foram usados: Software *Fritzing* (versão 0.9.3b), *Software* Arduino IDE (versão 1.8.5), plataforma online de banco de dados *Firebase* (Google), *Software* Android Studio (versão 3.1.2) e Excel 2016 (Microsoft Corporation).

A descrição dos métodos apresentados a seguir está direcionada para os três sensores de testes mencionados e está dividida em quatro etapas, diagrama de blocos do sistema, desenvolvimento do circuito eletrônico, desenvolvimento do aplicativo e custos do protótipo.

2.1. Diagrama de blocos do sistema

A figura 4 apresenta o fluxo de dados que serão transmitidos desde a aquisição dos dados até o acesso do usuário.

Figura 4 – Diagrama de blocos do Sistema G-MAC



Fonte: Próprios Autores (2018)

2.2 Desenvolvimento do circuito eletrônico

Será apresentado os dispositivos utilizados para o desenvolvimento do dispositivo para a aquisição dos dados dos sensores.

2.2.1 Microcontroladores

Um microcontrolador é praticamente um computador em um chip. No chip do microcontrolador, contém todos os itens, como: processador, memória ROM, memória RAM, periféricos de entrada/saída, conversor analógico/digital, entre outros. O microcontrolador pode ser programado para diversas funções, mas faz apenas aquilo que está em seu programa. Para executar outras funções, ele tem que ser reprogramado (CLOVIS, 2018).

Para o desenvolvimento do circuito eletrônico, foi realizada uma pesquisa sobre qual a placa com microcontrolador seria mais adequada para o projeto. Após o parecer técnico de profissionais da área da eletrônica, as placas MutPIC com microcontrolador PIC16F628A (MICROCHIP, 2018), Arduino Uno com microcontrolador ATMEGA328

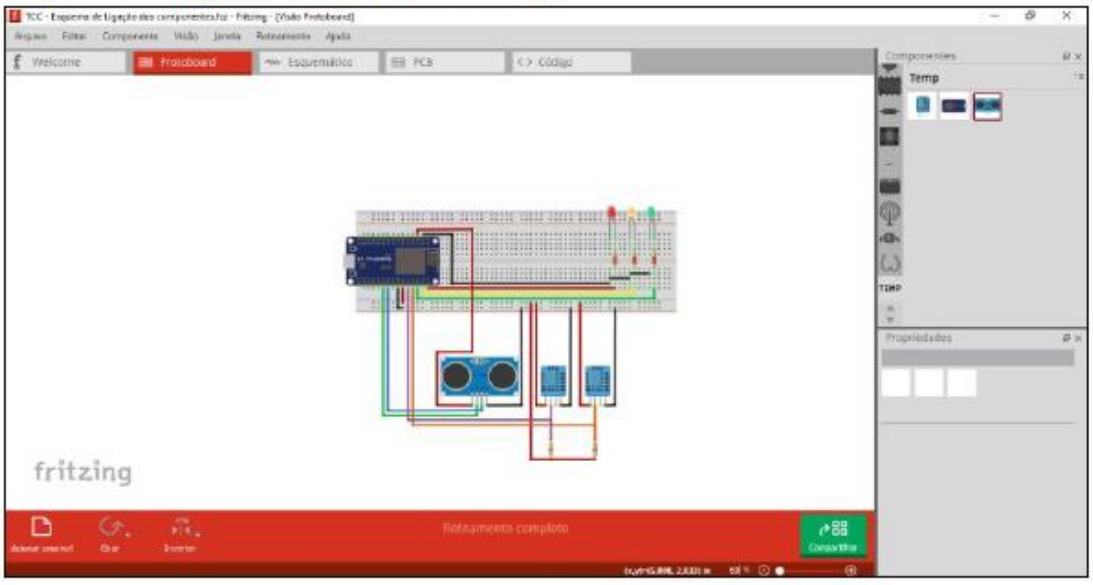
e o NODEMCU 12-E com o chip ESP8266 12E foram as placas pré-selecionadas para atender ao projeto. Realizada a análise sobre as placas mencionadas, em um primeiro momento, a selecionada foi a da Arduino modelo Uno com o módulo Wi-Fi ESP8266-01. No entanto, no decorrer do desenvolvimento da lógica de programação, foram encontradas algumas limitações que acabaram impossibilitando a comunicação de forma simplificada entre os dispositivos. Vistas as limitações encontradas na placa Arduino, foi testado e com êxito o módulo Wi-Fi ESP8266 NODEMCU -12E (OLIVEIRA, 2018).

Esta placa foi iniciada em 2014, ao contrário de outros módulos desta família que necessitam de um conversor USB serial externo para que haja troca de informações entre computador e o módulo, o NODEMCU já vem com um conversor USB serial integrado. Esta plataforma é composta basicamente por um chip controlador (ESP8266 ESP-12E), uma porta micro USB para alimentação e programação, conversor USB serial integrado e já possui Wi-Fi nativo.

2.2.2 *Software* Fritzing

A ferramenta Fritzing é um software livre para modelagem de protótipos eletrônicos. Criada na Universidade de Ciências Aplicadas de Potsdam (Alemanha). A ferramenta auxilia na criação de circuitos que integram a plataforma IDE Arduino. A Figura 5 apresenta a interface dessa ferramenta.

Figura 5 - *Interface* da ferramenta Fritzing



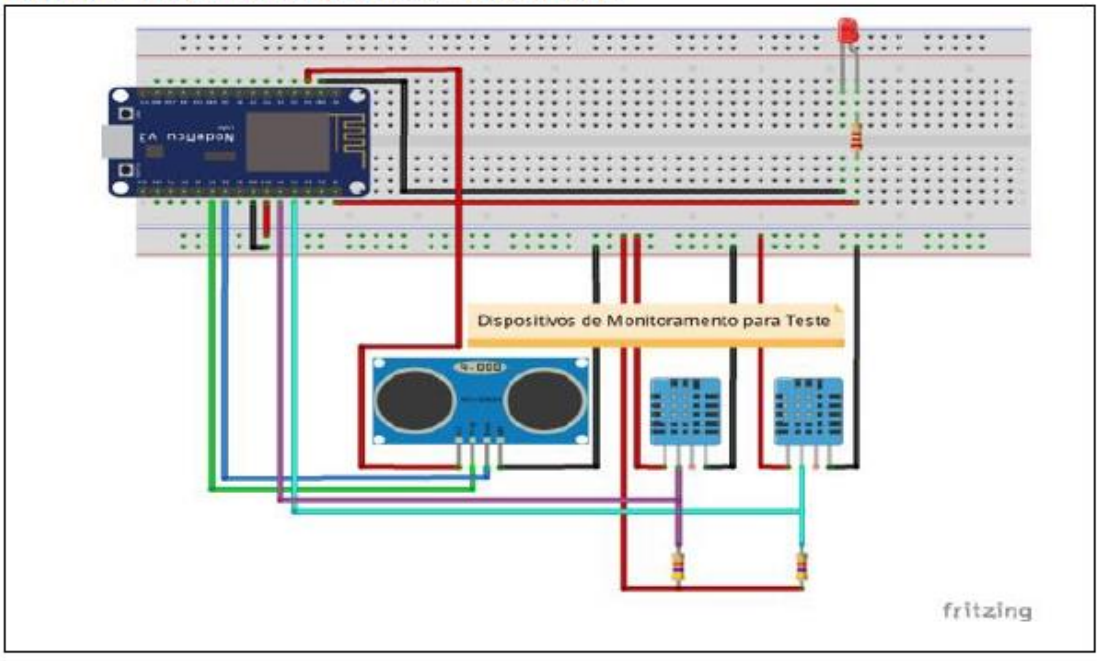
Fonte: Fritzing (2018)

Além do menu de opções, destacam-se as seguintes áreas desta ferramenta:

a) Protoboard – área para a composição do projeto;
b) Esquemático – possibilita a visualização do projeto, além da forma convencional EDA (*Eletronic Design Automation*), também em seu esquemático (*schematic*) e PCB (*Printed Circuit Board*), facilitando a construção dos circuitos do projeto;
c) Componentes – que disponibilizam diversos componentes para incluir no projeto. Basta selecionar o componente desejado e arrastar para a área do projeto;
d) Propriedades – cuja função é possibilitar a configuração dos componentes utilizados no projeto.

O circuito do projeto foi elaborado com auxílio dessa ferramenta, e o resultado pode ser verificado na figura 6.

Figura 6 – Esquema de ligação dos componentes



Fonte: Fritzing (2018)

A entrada de dados dos sensores de temperatura e o sensor de distância estão ligados respectivamente nos pinos D3, D4, Echo – D6, Trig – D7. O LED de sinalização na cor vermelha está ligado no pino D0. As alimentações dos sensores de temperatura e dos LED's estão ligadas na saída 3.3V do NODEMCU. O sensor de distância está

ligado no pino VU, que é a única alimentação 5V no NODEMCU. Todos os GND estão interligados.

2.2.3 *Software* IDE Arduino

O ambiente de programação do Arduino, que é compatível com o ESP8266 NODEMCU ESP-12E, consiste de uma IDE (*Integrated Development Environment*) desenvolvida em Java, que é baseada no processamento e na linguagem Arduino, derivada do *Wiring*, que é baseada em C/C++. A figura 7 apresenta o ambiente de desenvolvimento do *kit* Arduino com um exemplo simples de código escrito na linguagem de programação específica para o Arduino e compatíveis.

Figura 7 - *Interface* da ferramenta IDE Arduino



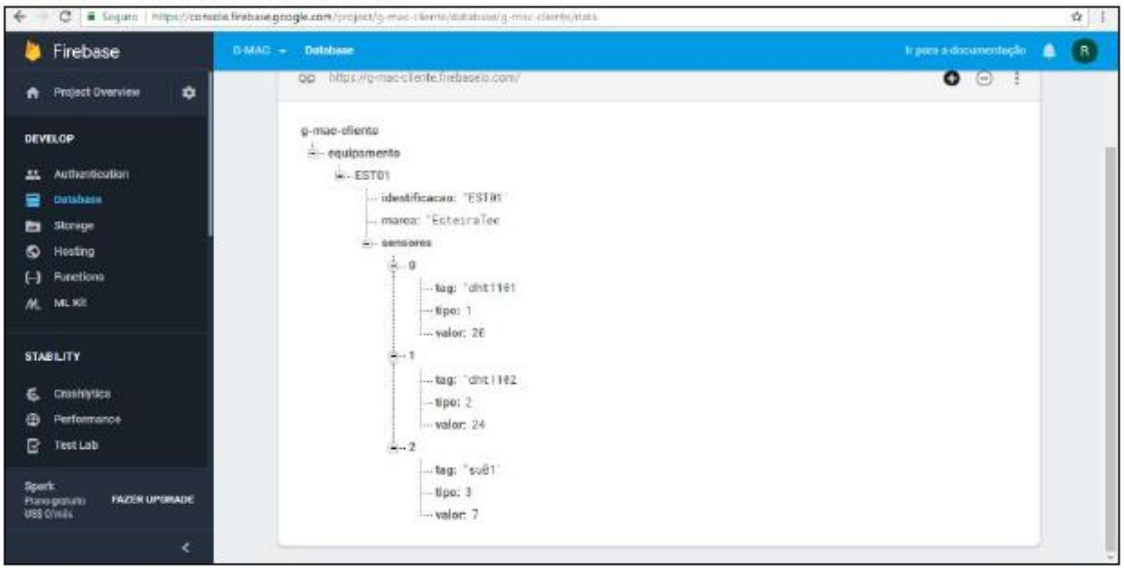
Fonte: IDE Arduino (2018)

O desenvolvimento ocorre pela criação e posteriormente compilação do código do programa (*sketch*).

2.2.4 Servidor *Firebase Realtime Database*

O Firebase *Realtime Database* é um banco de dados hospedado na nuvem. Os dados são armazenados como JSON e sincronizados em tempo real com todos os dispositivos conectados. O aplicativo do sistema G-MAC foi criado em plataformas cruzadas com os SDKs para Android e JavaScript, do *Firebase*, portanto todos os celulares com o aplicativo do sistema compartilham uma instância do *Realtime Database* e recebem automaticamente atualizações com os dados mais recentes. Na figura 8 está a interface de usuário do *Firebase*, como os dados são carregadas nesse servidor.

Figura 8 - *Interface* do Firebase



Fonte: *Firebase* (2018)

2.3 Desenvolvimento do aplicativo

Para o desenvolvimento do aplicativo foi utilizado a IDE Android Studio. Foram adicionadas dependências de bibliotecas do *Firebase* para autenticação, banco de dados, armazenamento de arquivos e *log* de execuções.

No aplicativo, foram criadas as telas Status de Equipamentos e a tela Chamados, conforme mostrado a seguir:

Figura 09 – Tela Incial



Fonte: Próprios Autores (2018)

Figura 10 – Menu Principal



Fonte: Próprios Autores (2018)

Figura 11 – Status de Equipamento



Fonte: Próprios Autores (2018)

Figura 12 – Chamados



Fonte: Próprios Autores (2018)

Na figura 11, mostra todos os equipamentos e dispositivos de monitoramento. No caso, está mostrando um equipamento com os sensores de teste. O círculo verde significa que as variáveis dos sensores estão dentro dos limites estabelecidos.

Na figura 12 pode ser verificado todos os chamados ocorridos para cada sensor. Portanto, caso um dos sensores de teste ultrapasse o valor limite estabelecido a cor do círculo verde mudará para vermelho acusando que algo está anormal e irá ser gerado um chamado com data e hora de criação e posteriormente, data e hora de execução e finalização do chamado.

2.4 Custos do protótipo

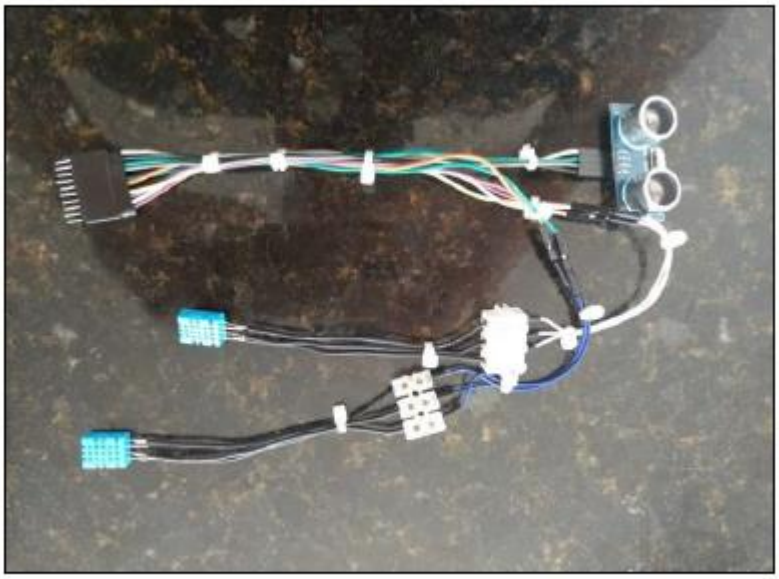
O protótipo foi dividido em duas partes com custos distintos de montagem devido às mudanças de *hardware*.

A primeira parte foi composto por um Arduino Uno, um ESP8266-01 e um LCD. No entanto, não foram utilizados para elaboração do projeto, porém foi mantido no painel para rodar um programa de apresentação com o nome do projeto e dos integrantes do protótipo.

A segunda parte que é a que está sendo utilizada para o projeto é composta por um Módulo Wi-Fi NODEMCU 12-E e um LED vermelho.

Para teste, foram utilizados (Figura 13) dois sensores de temperatura e um sensor ultrassônico. Para a montagem do circuito, foi necessário a aquisição de alguns acessórios de montagens como protoboard, cabos PP, cabos jumpers e terminais de ligação.

Figura 13 – Sensores de teste preparados

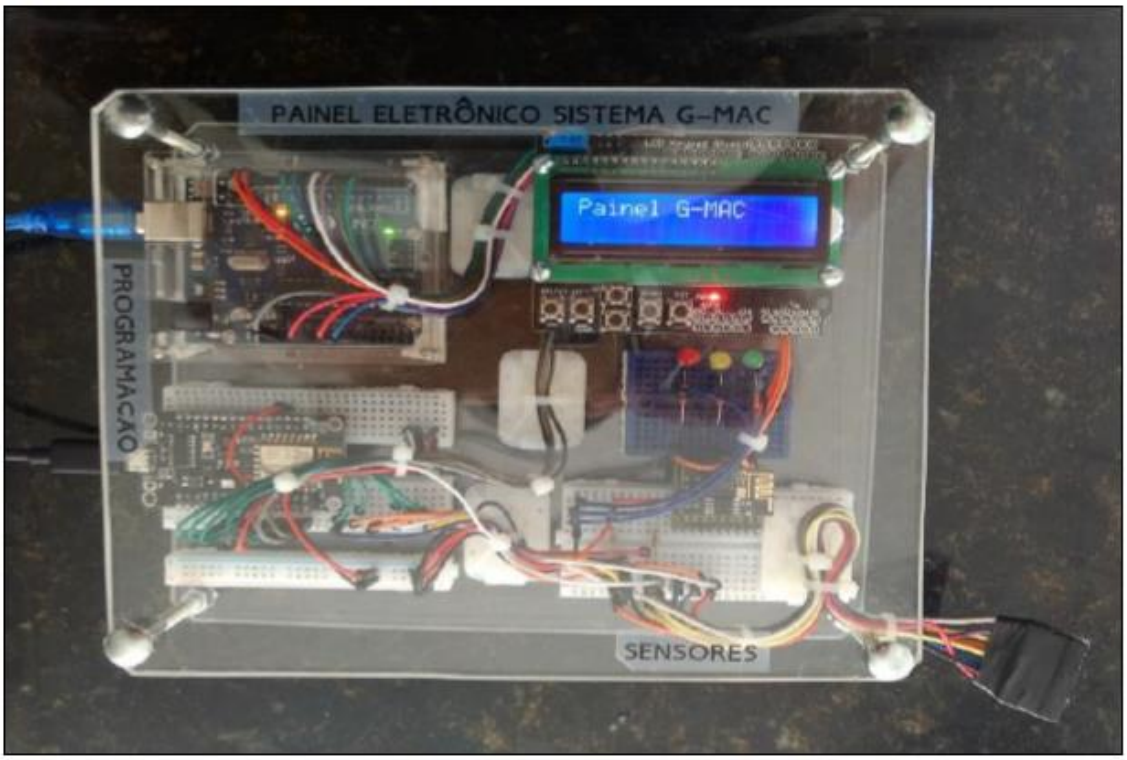


Fonte: Próprio Autor (2018)

3 RESULTADOS

O protótipo (Figura 14) do sistema G-MAC é constituído por um NODEMCU 12-E e por um LED vermelho, como já dito anteriormente. O LED é para em uma aplicação real sinalizar para as pessoas que não têm acesso ao aplicativo, que algum dos dispositivos de monitoramento está acusando alguma variável fora dos limites programado. O protótipo tem capacidade para 10 entradas de dados. No entanto, para aumentar a expansão, há no mercado diversos circuitos integrados que podem ser utilizados expandindo as entradas e saídas do NODEMCU. Para instalação em equipamento, é essencial ser feita uma análise e configuração do código de leitura de acordo com a quantidade e tipo dos sensores que serão utilizados.

Figura 14 – Protótipo painel eletrônico



Fonte: Próprio Autor (2018)

3.1 Custos finais do protótipo

Todos os componentes eletrônicos, sensores e microcontroladores são encontrados no mercado nacional e podem ser adquiridos em sites de comércio eletrônico voltado à automação e à robótica.

Os custos finais foram baseados no desenvolvimento de um painel eletrônico conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Custo do Protótipo

Item	Produto	Uni	Qtde.	R$ Unitário	R$ Total
1	65 Jumpers para protoboard - macho/ macho	Pç	1	R$ 11,65	R$ 11,65
2	Arduino uno r3 - compatível + cabo usb 2.0 - a-b 30 cm	Pç	1	R$ 43,41	R$ 43,41
3	Módulo esp8266 nodemcu esp-12e com wifi	Pç	1	R$ 45,90	R$ 45,90
4	Sensor ultrassônico hc-sr04	Pç	1	R$ 9,29	R$ 9,29
5	Case para arduino uno de acrílico	Pç	1	R$ 13,90	R$ 13,90
6	Protoboard 400 pontos	Pç	1	R$ 14,00	R$ 14,00
7	Arduino Shield- LCD 16x2	Pç	1	R$ 29,00	R$ 29,00
8	Barra de 40 pinos macho 180	Pç	1	R$ 0,90	R$ 0,90
9	Módulo wi-fi - esp8266	Pç	1	R$ 29,00	R$ 29,00
10	Adaptador para esp8266	Pç	1	R$ 14,90	R$ 14,90
11	Resistor 4k7 5% (1/4w)	Pç	2	R$ 0,10	R$ 0,20
12	Resistor 220r 5% (1/4w)	Pç	3	R$ 0,10	R$ 0,30
13	Jumper premium 40p x 20cm - macho/femea	Pç	1	R$ 14,00	R$ 14,00
14	Led difuso 5mm vermelho	Pç	1	R$ 0,25	R$ 0,25
15	Led difuso 5mm amarelo	Pç	1	R$ 0,25	R$ 0,25
16	Led difuso 5mm verde	Pç	1	R$ 0,25	R$ 0,25
17	Protoboard 170 pontos azul	Pç	1	R$ 6,94	R$ 6,94
18	Sensor de umidade e temperatura dht11	Pç	2	R$ 9,50	R$ 19,00
19	Protoboard 400 pontos	Pç	1	R$ 14,00	R$ 14,00
				Total	**R$ 267,14**

Fonte: os próprios autores (2018)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho realizado apresenta a forma de uso do Módulo Wi-Fi NODEMCU 12E para leitura de dispositivos de monitoramento. Os dados das leituras realizadas são armazenados no servidor *Firebase*. E estes dados são visualizados através do aplicativo do sistema.

O aplicativo atende aos requisitos propostos e permite ao usuário o monitoramento e uma interface amigável para o registro de informações.

Os resultados obtidos no capítulo 3 foram consistentes. O projeto se comportou de maneira satisfatória na simulação de desempenho, em uma aplicação semelhante a real encontrada em algumas empresas.

As tecnologias mencionadas neste artigo são livres e são adequadas tanto para o estudo acadêmico como para projetos comerciais.

REFERÊNCIAS

SILVEIRA, Cristiano. O que é Automação Industrial. Automação. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/o-que-e-automacao-industrial/>. Acesso em: 29 mai. 2018.

INSTITUTO NBC. Primeiros passos (MIC160). Disponível em:< http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/microcontrolador/143-tecnologia/14268-nodemcu-primeiros-passos-mic160>. Acesso em: 3 abr. 2018.

ROBOCORE. Sensor de Temperatura e Umidade. DHT11. Disponível em:<https://www.robocore.net/loja/produtos/sensor-de-temperatura-dht11.html?newlang=brasilian>. Acesso em: 9 mai. 2018.

ROBOCORE. Sensor Ultrassônico - HC-SR04. Disponível em:<https://www.robocore.net/loja/produtos/sensor-de-distancia-ultrassonico-hc-sr04.html>.Acesso em: 9 mai. 2018.

CLOVIS. Qual a diferença entre Microprocessador e Microcontrolador. Nova Eletrônica, São Paulo, 9 mai. 2018. Disponível em:< http://blog.novaeletronica.com.br/qual-diferenca-entre-microprocessador-e-microcontrolador/>. Acesso em: 9 mai. 2018.

MICROCHIP. Microcontrollers and Processors - Microcontrollers and Processors. Disponível em:< https://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC16F628A>. Acesso em: 3 abr. 2018.

OLIVEIRA, Greici. Uma plataforma com características singulares para o seu projeto ioT. Disponível em:< http://blogmasterwalkershop.com.br/embarcados/nodemcu/nodemcu-uma-plataforma-com-caracteristicas-singulares-para-o-seu-projeto-iot/>. Acesso em: 3 abr. 2018.

FRITZING. Disponível em:<http://fritzing.org/download/>. Acesso em: 1 jun. 2018.

ARDUINO IDE. Disponível em:< https://www.arduino.cc/en/main/software>. Acesso em: 1 abr. 2018.

FIREBASE. São Paulo. Disponível em:<https://firebase.google.com/>. Acesso em: 1 abr. 2018

SWARM-BOTS: INTEGRAÇÃO E COOPERAÇÃO COMPORTAMENTAL APLICADA À ROBÓTICA

Ricardo Hovacker Baldaconi[1]

Ricardo Corazzari dos Santos Pinheiro[2]

RESUMO

Este trabalho apesenta o desenvolvimento de um exame de agentes robóticos terrestres que permitem os estudos e simulações comportamentais da natureza para avanços acadêmicos. Foram desenvolvidos agentes com características individuais e custo reduzido afim de integrarem um grupo que trabalhará em conjunto de forma descentralizada. Cada agente é portador de um periférico específico e juntos formam uma unidade robótica complexa.

Palavras-chave: Robótica. Enxame. Controle descentralizado.

[1] Mestre em Ciências e Tecnologia Nuclear pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/USP) – Professor Faculdade Senai Roberto Simonsen. E-mail: ricardo.baldaconi@sp.senai.br

[2] Graduado em Engenharia Elétrica com ênfase em Eletrônica na Universidade Paulista (UNIP) – Aluno Pós-Graduação Senai Roberto Simonsen. E-mail: rickcorazzari@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Grande parte dos esforços para pesquisa e desenvolvimento em robótica estavam voltados para área industrial. O foco das pesquisas, nas últimas décadas, tem se direcionado para robótica móvel, através de RMAs - Robôs Móveis Autônomos e VAIs – Veículos Autônomos Inteligentes [1]. Essa evolução tem revelado projetos cada vez mais eficientes, principalmente na área robótica móvel, com diversos seguimentos, como para realização de tarefas domésticas: *Roomba* [2], robôs quadrupedes com alta capacidade de locomoção: *BigDog* [3] e os humanoides *Asimo* [4] e Sophia [5].

Contudo, além dos robôs individuais em seguimentos específicos, a robótica móvel permite a criação e interação de um conjunto de robôs organizados. Esta organização denominada enxame de robôs (swarm-bots) permite um trabalho colaborativo entre os agentes que compõe o conjunto [6].

Um enxame de robôs se mostra vantajoso em relação a uma única unidade robótica complexa pois as falhas individuais de cada agente se tornam menos decisivas no processo onde os demais continuarão agindo para manter e estabilizar o sistema [7].

O desenvolvimento do enxame deve priorizar o controle descentralizado, a autonomia e a cooperação entre os agentes que o compõe.

1.1. Fundamentos para desenvolvimento de um enxame

O projeto de um enxame exige a prévia definição de parâmetros de hardware. A escolha dos periféricos definirá as formas de controle, navegação, interação, aplicabilidade e flexibilidade do enxame. Os três principais conceitos a serem definidos são: Comunicação, Sensoriamento e Movimentação.

1.1.1 Comunicação

A comunicação é fundamental na robótica do enxame devido a necessidade de troca constante de informações, sejam relativas ao meio em que os agentes estiverem navegando ou coletando informações até o envio de dados para análises do pesquisador.

O início das operações, assim como o estado final, é informado a uma central de comandos. Esta central não tem o propósito de controlar os agentes, apenas envia o comando de início de operação e recebe o estado de finalização das operações. A comunicação entre os agentes e a central deve ser realizada através de dispositivos de longa distância devido a versatilidade espacial necessária, como por exemplo o robô *Oppotunity* [8], lançado para explorar a geologia do planeta Marte, o longo alcance do sistema de comunicação é

determinante para o sucesso da missão. Os modelos de periféricos de comunicação tradicionalmente utilizados podem ser analisados no quadro 1:

Quadro 1 – Sistemas de Comunicação

Hardware	Descrição
Wifi	Comunicação sem fio via internet com protocolo 802.11.
Bluetooth	Comunicação sem fio restrita (02 aparelhos no máximo).
Radiofrequência	Comunicação sem fio, frequências de 3KHz a 300 Ghz.
Infravermelho	Comunicação sem fio baseada em um módulo emissor e outro receptor para comunicação através de radiação, curto alcance.

Fonte: Intelligent Robotics (2009, p.5)

1.1.2 Sensoriamento

Os ambientes aos quais os robôs do enxame são inseridos fornecem variações analógicas de grandezas físicas como temperatura, luminosidade, umidade, pressão, movimento, tensão, corrente, torque, entre tantas outras. Para serem identificadas e posteriormente processadas, necessitam de sensores específicos.

Os sensores convencionalmente utilizados são listados no quadro 2:

Quadro 2 – Sensores e Aplicações

Hardware	Descrição
Ultrassom	Ondas de som que refletem no alvo e retornam para o emissor.
Cor	Identificação de cores por reflexão do sinal emitido (RGB).
Giroscópio	Variações precisas na rota de movimentação de um veículo.
Acelerômetro	Variação de aceleração de um veículo.
Luminosidade	Quantificação analógica da luminosidade no ambiente.
Infravermelho	Medições de luz infravermelha proveniente do ambiente.

Fonte: Intelligent Robotics (2009, p.5)

1.1.3 Movimentação

A robótica móvel exige que o robô tenha mobilidade no ambiente que estiver inserido, possibilitando rotinas de mapeamento espacial, transporte de cargas, busca de alvos, montagem e desmontagem com outros agentes [9].

No campo terrestre o desafio é a capacidade de movimentação em terrenos nem sempre regulares. As principais configurações de deslocamento são exibidas no quadro 3:

Quadro 3 – Tipos de Movimentação em Robôs

Hardware	Descrição
Rodas	2 rodas independentes (diferencial), 3 rodas (triciclo, omnidirecionais), 4 rodas (veículos robóticos - *ackermann*).
Esteira	Sistema de locomoção de tanques de guerra (Slip/Skid - Track).
Juntas e Articulações	Bípedes, 4 patas (quadpod), 6 paras (hexapods) ou mais patas.
Propulsão, Hélices ou Turbinas	Aviões, drones, helicópteros, barcos, submarinos.

Fonte: Intelligent Robotics (2009, p.6)

1.2. Controle

O comportamento cooperativo objetivado no enxame de robôs é proveniente de técnicas de controle implementadas via programação dos agentes [10]. A arquitetura descentralizada mostra-se vantajosa em relação a centralizada por permitir a autonomia dos agentes, tornando-os capazes de realizar interações independentes com o ambiente mantendo a comunicação entre si. O nível de tolerância a falhas é superior, tornando o sistema robusto, possibilitando o paralelismo na execução de tarefas e a integração de um número maior de agentes, se comparado a arquitetura centralizada [11].

O controle descentralizado tem se tornado bastante popular e é aplicado a enxames de drones durante as rotinas de voo em ambientes susceptíveis a ruído (que causam atrasos e falhas de comunicação), elevando a estabilidade do sistema [12].

2. ESTADO DA ARTE

Robôs de enxame tornaram-se alvo de pesquisadores em diversos Institutos e Universidades ao redor do mundo, representando inovação na área de robótica móvel colaborativa, porém, no Brasil, ainda é pouco explorada [13]. Existem desenvolvimentos nacionais com significativa contribuição ao cenário, bem como as pesquisas do Dr. Luiz Chaimowicz da Universidade Federal de Minas Gerais e do Dr. Denis Wolf da Universidade de São Paulo, autores e coautores de estudos na área de algoritmos de solução para evitar congestionamento em enxames de robôs, técnicas para aplicação de coesão (capacidade de organização harmoniosa em grupo), segregação (reorganização em grupos), algoritmos avançados de localização e mapeamento 3D.

A complexidade do projeto de um enxame de robôs pode variar em função das definições de parâmetros do sistema, como por exemplo: número de graus de liberdade, características do terreno a ser explorado, funções a serem executadas pelos agentes, alvos móveis ou não, arquitetura de controle adotado ou a quantidade de indivíduos [14].

O grupo de pesquisas do Instituto de Estatística e Física Biológica da Universidade Eötvös Loránd, Budapeste (Hungria) mantém pesquisas voltadas a robótica de enxame, sendo as principais: redes complexas, comportamento cooperativo e hierárquico de aves durante o voo e desenvolvimento do controle de tráfego e estabilidade de robôs voadores autônomos. Os pesquisadores liderados pelo Professor Imre Derényi desenvolvem simulações e ensaios com dezenas de drones organizados em enxame, executando rotinas comportamentais através de algoritmos complexos, buscando a otimização do movimento coletivo sincronizado em altas velocidades e redução de colisões, incluindo o desvio de obstáculos. O estudo utilizou como ferramenta de simulação virtual o software Cfinder [15]. Este software é utilizado para simulação comportamental de redes complexas sociais oferecendo um método para agrupar dados representados por grandes gráficos, como redes genéticas.

O INSAC (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Sistemas Autônomos Cooperativos) desenvolve linhas de pesquisa e implementação na área de robótica, buscando soluções para área aeronáutica, terrestre e subaquática. O projeto “Robôs Heterogêneos” propõe um controle descentralizado para construção de uma rede robótica com sistema de comunicação robusto [16].

O projeto Kilobots [17] desenvolvido pela Universidade de Harvard, no estado de Massachusetss – Estados Unidos, consiste em 1024 unidades robóticas autônomas de hardware simplificado capazes de realizar tarefas coletivas como automontagem e desmontagem, transporte coletivo, percepção espacial e tomada de decisão.

No entanto não dispõe de atuadores para interação com o alvo, seu propósito se baseia exclusivamente no deslocamento.

O robô E-puck [18] da Universidade Politécnica Federal de Lausanne na Suíça, foi desenvolvido com o propósito de apoio as pesquisas acadêmicas. Suas principais características de hardware são a presença de sensores e módulos de distância, câmera, acelerômetro, microfone, movimentação por rodas, autonomia de até 10 horas e programação de código aberto. O valor para aquisição de um agente do robô E-puck, custa em sua versão de entrada 800 dólares, sendo passível de periféricos adicionais. O investimento para importação de um agente, devido a variação cambial, frete e imposição de impostos nacionais pode ultrapassar R$5.000,00. Considerando a necessidade de vários robôs, torna-se inviável para pesquisadores com recursos limitados.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Desenvolvimento de um enxame, denominado L-bots, com propósito de atender a comunidade acadêmica nacional através de uma plataforma viável economicamente, permitindo a realização de experimentos com robótica móvel colaborativa.

3.2. Específico

a) Desenvolver um hardware dedicado
b) Redução e adequação de custos para o cenário nacional
c) Criar algoritmos para soluções de agrupamento
d) Disponibilizar hardware e firmware de forma livre e em português.

4. DESENVOLVIMENTO

A implementação do projeto foi dividida em três fases: desenvolvimento do *hardware*, da estrutura mecânica e do código do *firmware*.

4.1. Hardware

O projeto da placa de circuito impresso dos agentes baseou-se na utilização do microcontrolador PIC 18F4520 da Microchip® operando com *clock* de 20 MHz e bornes de interligação aos demais periféricos. Foram utilizados sensores ultrassônicos, infravermelhos e magnéticos. A locomoção dos agentes ocorre por meio de rodas e um par de motores de tração controlador por um driver de corrente contínua.

A placa de circuito impresso foi projetada de forma a atender as medidas externas de 60 x 60 mm com propósito de miniaturização do circuito. Os componentes eletrônicos adotados para integrarem este circuito são do tipo SMD (*Surface Mounting Device* – Componente para Montagem em Superfície). O circuito eletrônico foi simulado via software Proteus [19] e a comparação entre o projeto físico e a modelagem é exibida na figura 1:

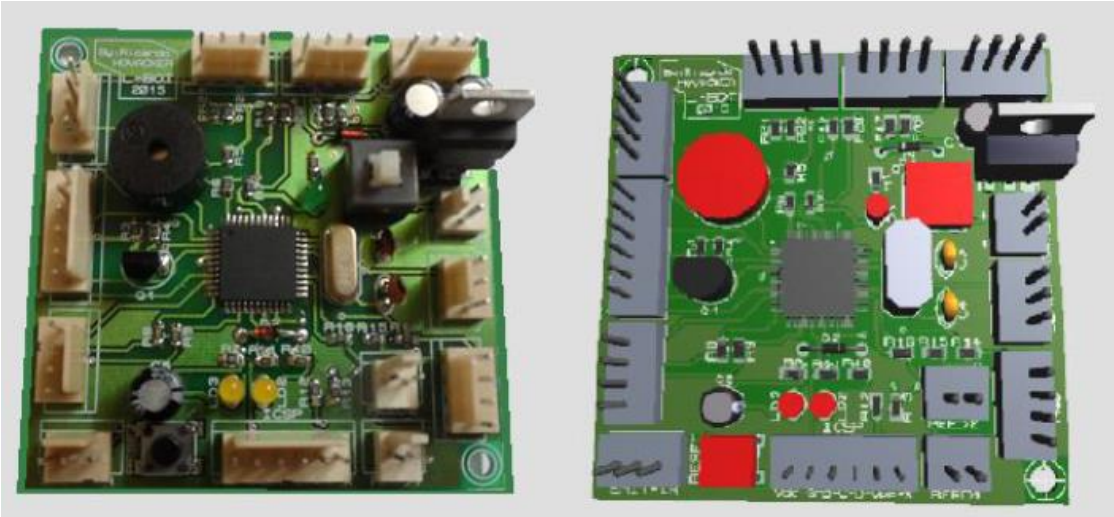


Figura 1 – Hardware do Enxame

A alimentação do agente acontece por meio de duas baterias recarregáveis de polímeros de lítio sob uma tensão de 7,2V. Essa tensão foi regulada a níveis TTL para alimentação do microcontrolador.

Cada agente dispõe de três LEDs RGB (Red Green Blue) e um alarme sonoro, ambos para indicação dos estados da operação. Estes estados podem ser: iniciando, erro, caçando alvo,

alvo detectado, alvo capturado, tornando-se líder, aguardando formação ou aguardando novo comando.

Os agentes se comunicam entre si através de sinais infravermelhos na ordem de 38kHz. A comunicação entre os agentes e o pesquisador acontece por meio de wifi através do chip ESP8266.

Todos os circuitos eletrônicos foram projetados para serem montados e embarcados nos chassis da estrutura mecânica.

4.2. Mecânica

A estrutura mecânica permite a distribuição e correto posicionamento dos sensores em pontos críticos de leitura, além de oferecer compartimentos individualizados para a placa de circuito impresso e bateria. O projeto dos chassis foi realizado através de CAD CAM (Desenho Assistido por Computador e Manufatura Assistida por Computador respectivamente). A figura 2 demonstra a comparação entre um agente real montado e a concepção virtual de projeto:

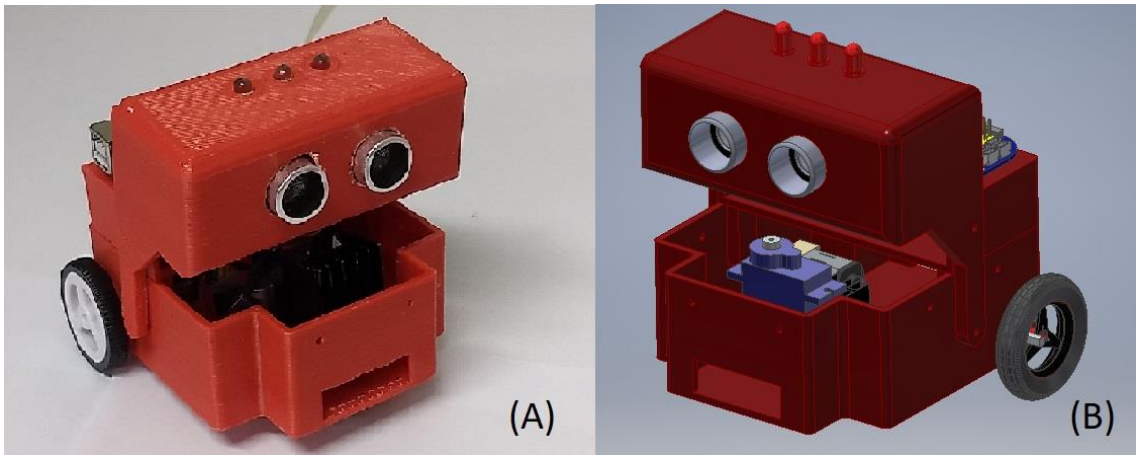


Figura 2 – (A) Agente do enxame montado – (B) Modelagem do agente via software

A confecção do conjunto mecânico foi realizada por meio de impressão 3D, utilizando técnicas de prototipagem com o polímero ABS (A*crilonitrila Butadieno Estireno*). O processo permite a produção de peças com geometrias complexas de maneira rápida e precisa, evitando desperdícios de material e facilitando o controle de qualidade se comparadas às técnicas de usinagem convencionais.

A integração entre o hardware e a mecânica permite a concepção estrutural do agente, entretanto, seu funcionamento depende ainda da programação do código do *firmware*.

4.3. Firmware

Firmware é um código escrito em uma determinada linguagem de programação que proporciona o controle de periféricos envolvidos. O código desenvolvido para os agentes baseou-se em linguagem C e foi gravado no microcontrolador por meio do modo de gravação ICSP (In Circuit Serial Programming – Programação Serial em Circuito). Para seu desenvolvimento utilizou-se o compilador da CCS [20] e o ambiente integrado de desenvolvimento MPLAB da Microchip [21].

O código foi elaborado de forma a permitir a realização de diferentes modelos de formações e execuções de tarefas. Entretanto, o desenvolvimento baseou-se sempre no mesmo modelo de algoritmo. O algoritmo para desenvolvimento do código dos agentes segue o padrão descrito:

- Inicia;
- Aguarda contato do pesquisador;
- Responde estado atual;
- Aguarda start;
- Caça o alvo;
- Se capturar o alvo: Torna-se líder e comunica liderança ao grupo;
- Demais agentes buscam o líder;
- Executam formação solicitada pelo líder;
- Realiza movimentação do alvo;
- Aguarda nova instrução do pesquisador.

A constante realização de testes com o enxame de L-bots possibilita a análise estatística dos eventos e quantificação dos ajustes pertinentes. Novas definições ainda estão sendo implementadas, o projeto encontra-se em fase de testes e correções de falhas de navegação/comunicação.

Através da figura 3, pode-se observar a lógica do algoritmo comportamental de um agende do enxame por meio de um fluxograma:

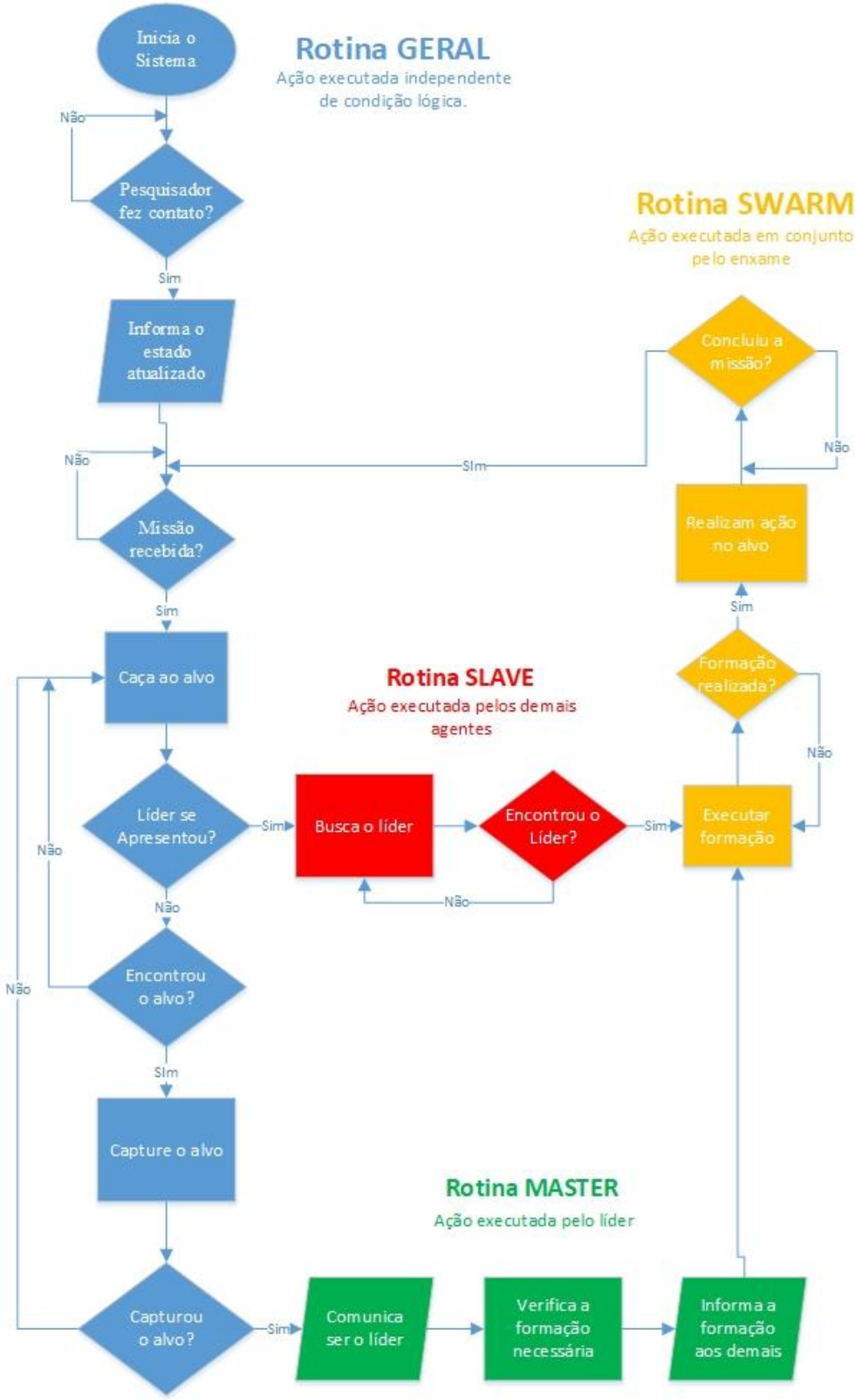


Figura 3 – Fluxograma lógico do enxame

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho permitiu a construção de um pequeno enxame de robôs móveis composto por 6 agentes. Estes agentes operam de forma autônoma e colaborativa.

O grupo é capaz de localizar, identificar, capturar e movimentar um alvo pré-determinado de maneira colaborativa. O desvio de obstáculos e comunicação wifi se tornaram essenciais ao projeto. Devido a estas exigências e ao custo elevado das opções de robôs disponíveis para aquisição no mercado, optou-se pelo desenvolvimento de um hardware dedicado que pudesse permitir implementação de experimentos de navegação e colaboração entre robôs móveis na Faculdade Senai Roberto Simonsen.

Uma aplicação típica de estudos da pesquisa, permite a detecção de um alvo emissor de infravermelho, bem como sua captura por um agente do enxame. Assim que o primeiro agente captura o alvo o mesmo torna-se líder e passa a emitir os sinais infravermelhos. Desta maneira os demais agentes procuram-no para auxiliar na movimentação. A movimentação acontece até que o pesquisador envie um comando via wifi, para que o grupo finalize a operação. Este procedimento pode ser analisado nas figuras 4, 5, 6 e 7, que ilustram o passo a passo da execução na busca e manipulação de um alvo.

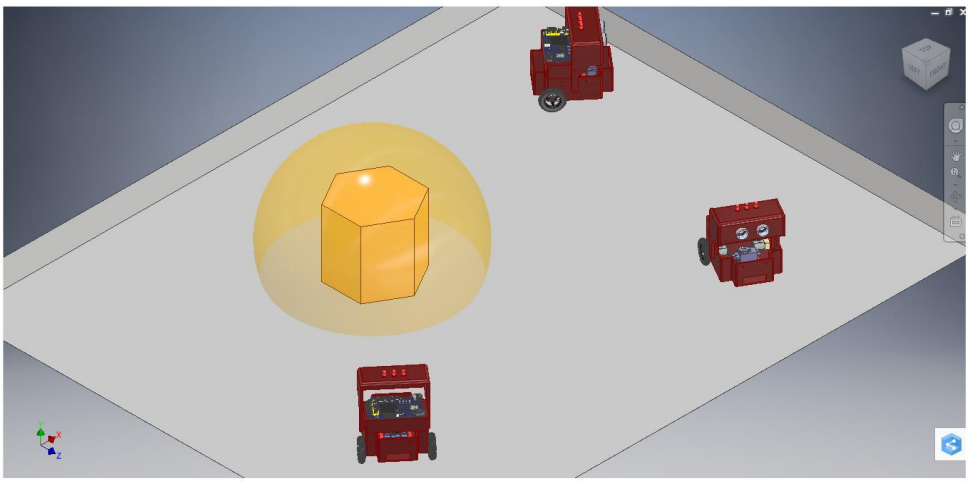


Figura 4 – Enxame buscando o alvo emissor de infravermelho

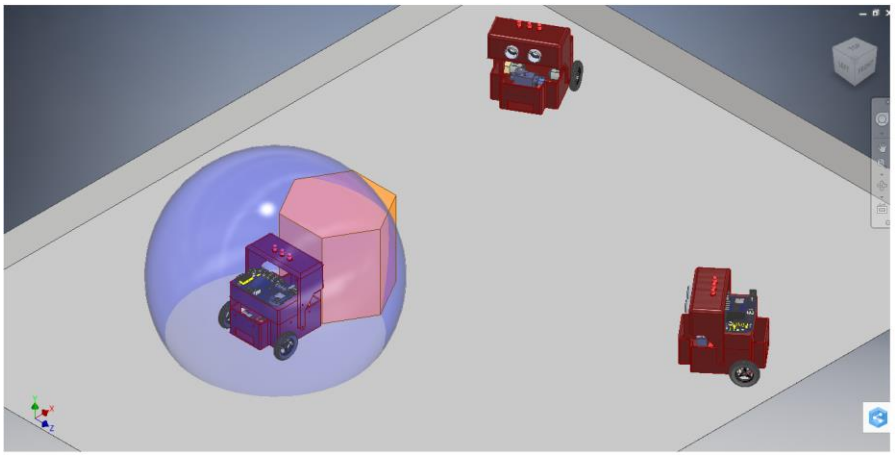


Figura 5 – Um agente captura o alvo, torna-se líder e comunica os demais agentes.

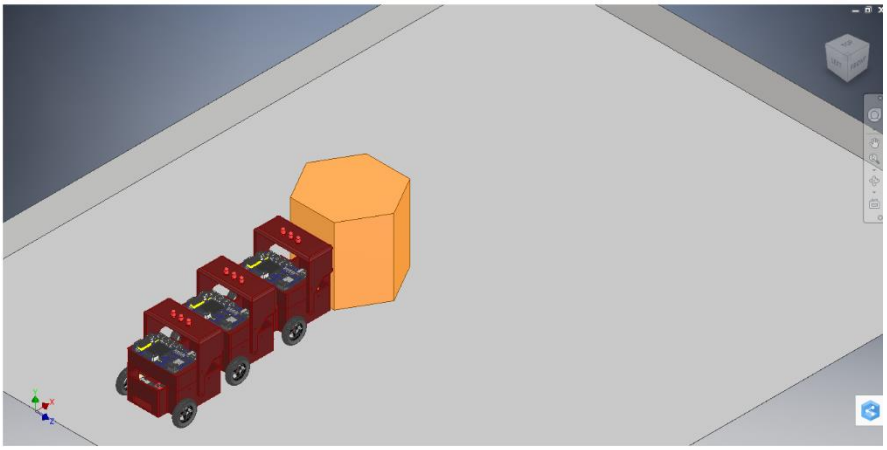


Figura 6 – O enxame organiza-se para realizar o transporte coletivo do alvo

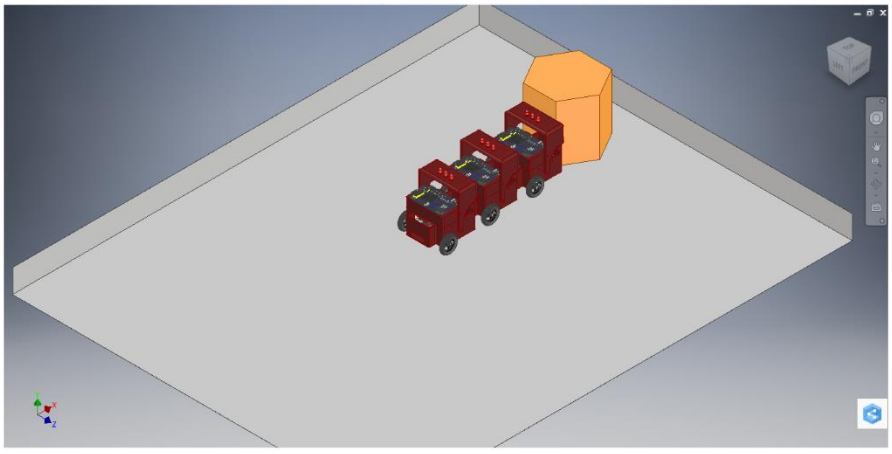


Figura 7 – O alvo é deslocado com sucesso devido a colaboração dos agentes

A fabricação do L-Bot, resultou um valor de R$ 600,00 por unidade. Baseando-se nos valores unitários de outros modelos de robôs, o quadro 4 permite a análise comparativa de custos:

Quadro 4 – Comparação de valores entre robôs (sem tributos de importação).

L-Bot	E-Puck	Elisa-3
R$ 600,00	R$ 2.400,00	R$ 1.300,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se observar que um agente L-Bot, em comparação com os robôs Elisa-3 e E-Puck, apresenta uma redução de 54% e 75% respectivamente. Essa redução pode atingir 88% quando somadas as taxas de importação.

A ocorrência de colisões e congestionamento foram registradas e estão em fase de estudos, sua completa eliminação ainda é um desafio da pesquisa.

O comportamento colaborativo atingindo permite ajustá-lo para outros tipos de veículos, possibilitando desenvolver soluções para auxílio do ser humano nas mais diversas atividades, industriais ou domésticas.

As pesquisas e desenvolvimentos baseados no comportamento dos enxames de robôs são vertentes para futuras aplicações para comunidade, como exemplo: sistemas de transporte autônomos, possibilidade de controle e equilíbrio ambiental (controle de pragas), nano cirurgias com danos reduzidos ao paciente (precisão e eficiência elevadas), equipes de busca de alvos composta por milhares de agentes (terrestres, aéreos ou subaquáticos), dentre inúmeras possibilidades.

REFERÊNCIAS

[1] JUNG, C. R. et al. "**Computação embarcada: Projeto e implementação de veículos autônomos inteligentes".** Anais do CSBC, v. 5, p. 1358–1406, (2005).

[2] **Roomba:** https://www.irobot.com.br/Robos-domesticos/Vacuum-cleaning. Acesso em 13/02/18.

[3] **BigDog:** https://www.bostondynamics.com/bigdog. Acesso em 15/02/18.

[4] **Asimo:** http://asimo.honda.com/asimo-history/. Acesso em 15/02/18.

[5] **Sophia:** http://www.hansonrobotics.com/robot/sophia/. Acesso em 19/02/18.

[6] MARTINOLI, A., EASTON, K., ADASSOUNON, W.: **"Modeling Swarm Robotic Systems: a Case Study in Collaborative Distributed Manipulation"**. In: The International Journal of Robotics Research, Vol. 23, Issue 4-5, (2004).

[7] MIAZAKI, M. **"Sistema de controle multi-robô baseado em colônia de formigas artificiais"**, Tese de Mestrado, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (2007).

[8] **Opportunity:** https://www.jpl.nasa.gov/missions/mars-exploration-rover-opportunity-mer/. Acesso em 04/05/18.

[9] WOLF, D. F, OSÓRIO, F. S., SIMÕES, E., TRINDADE O, Jr.: **"Intelligent Robotics: From Simulation to Real World Applications".** In: Congresso da SBC – Sociedade Brasileira de Computação p. 279-330 (2009).

[10] MEDEIROS, Adelardo A.D. "**A Survey of Control Architectures for Autonomous Mobile Robots"**. JBCS - Journal of the Brazilian Computer Society, special issue on Robotics, vol. 4, n. 3 (1998).

[11] ROCHA, R. **"Building Volumetric Maps whit Cooperative Mobile Robots and Useful Information Sharing – A distribuited Control Approach based on Entropy"**, PhD Thesis, Faculdade de Engenharia do Porto (2006).

[12] VÁSÁRHELYI, G., VIRÁGH, CS., SOMORJAI, G., NEPUSZ, T., EIBEN A. E., VICSEK, T.: **"Optimized flocking of autonomous drones in confined environments"**. In: *Science Robotics*, Vol. 3, Issue 20, eaat3536 (2018).

[13] MARCOLINO, L.S., CHAIMOWICZ, L.: **"Traffic control for a swarm of robots: Avoiding target congestion"**. In: Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, IROS, p. 1955-1961 (2009).

[14] KLOETZER, M. e CELTA, C. **"Hierarchical abstractions for robotic swarms."** In Proceedings of the 2006 International Conference on Robotics and Automation (ICRA), Orlando, Flórida, EUA, p. 952-957, (2006).

[15] **Cfinder**: http://www.cfinder.org/. Acesso em 23/05/18.

[16] **INSAC:** http://www2.eesc.usp.br/insac/projetos. Acesso em 21/03/18.

[17] **Kilobots:** https://www.k-team.com. Acesso em 05/01/18.

[18] **E-Puck**: https://www.cyberbotics.com/e-puck. Acesso em 13/02/18.

[19] **Proteus:** https://www.labcenter.com/. Acesso em 16/09/17.

[20] **C# Compiler**: http://www.microchip.com/mplab. Acesso em 30/01/18.

[21] **MPLAB X:** http://www.ccsinfo.com/downloads. Acesso em 26/01/18.

TRANSFERÊNCIA ENTRE REDE E GERADOR A DIESEL COM PARALELISMO MOMENTÂNEO

Vinicius Teixeira Moreira[1]

Sergio Luiz Volpiano[2]

Marcos Ribeiro de Carvalho[3]

Paulo Sebastião Ladivez[4]

RESUMO

Nos últimos anos percebe-se um crescimento no uso de geradores de emergência devido a necessidade de garantir o fornecimento de energia elétrica em casos de falta de energia da concessionaria. Com o avanço da tecnologia os métodos de comutação entre a energia do gerador e a concessionaria também evoluíram permitindo realizar esta comutação sem interrupções no fornecimento de energia às cargas, desde que as duas fontes estejam presentes. Um dos métodos para realizar esta comutação é através do paralelismo momentâneo entre as fontes, que permite a transferência de carga de forma gradativa e sem interrupção.

Palavras-chave: Gerador Diesel. Paralelismo. Transferência de carga

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica atualmente é um insumo imprescindível a qualquer atividade industrial ou comercial, portanto, cada vez mais o uso de geradores de emergência ou back-ups se fazem necessários.

A utilização de geradores sem dúvida apresenta benefícios, porém a comutação entre a energia da concessionaria e a do gerador pode ser um inconveniente, uma vez que o método mais comum e simples, provoca uma breve interrupção de energia durante a comutação.

A fim de evitar essa interrupção um dos métodos mais utilizados é a transferência com paralelismo momentâneo, a qual consiste em realizar o sincronismo entre as fontes permitindo que ambas forneçam energia a carga de forma simultânea, ou

[1]Graduado em Tecnólogo em Mecatrônica. - Gerente de Projetos na Energ Geradores. E-mail: vinicius@energgeradores.com.br
[2]Mestre em Engenharia Elétrica na área de sistemas de potência. Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: sergio.volpiano@sp.senai.br
[3]Especialista em Automação Industrial Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: marcos.carvalho@sp.senai.br
[4]Especialista em Tecnologia da Informação. Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: paulo.ladivez@sp.senai.br

seja, operando em paralelo e evitando a interrupção de energia durante a comutação entre elas, sendo muito utilizada em grandes consumidores, como hipermercados, call-centers, data-centers, etc.

2. GERADOR A DIESEL

O gerador de energia tem a finalidade de converter energia mecânica em energia elétrica. Essa energia mecânica pode ser fornecida por diversas fontes, como quedas d'agua, motores a combustão, energia eólica entre outras.

Nas aplicações industriais e comerciais de geração o motor mais utilizado é o motor diesel, pois o mesmo apresenta boa relação de custo benefício, facilidade na manutenção além de possuir potências disponíveis desde 12KVA até 4000KVA. O funcionamento do gerador a diesel consiste em utilizar a energia mecânica fornecida pelo motor diesel para acionar um alternador síncrono.

O princípio de funcionamento do alternador é baseado na lei de Faraday, na qual uma bobina elétrica ao ser exposta a um fluxo magnético variável resulta na indução de uma força eletromotriz nesta bobina. Ou seja, a movimentação de um imã dentro de uma espira ou vice-versa é capaz de produzir energia elétrica. A quantidade de força eletromotriz é igual a taxa de variação do fluxo magnético através da bobina:

$$e = \frac{-\Delta\emptyset}{\Delta t} \qquad \text{Eq.[1]}$$

Em que:

e = força eletromotriz gerada - fem (V)

$\Delta\emptyset$ = variação de fluxo magnético (Wb)

Δt = variação de tempo (s)

Nos alternadores atuais o tipo mais utilizado é com o campo magnético girante representado na figura 1 abaixo, por ser mais eficiente. O alternador é composto basicamente por duas partes, a armadura ou estator de onde é retirada a energia produzida e o rotor que é alimentado por uma fonte de corrente continua responsável por produzir o campo magnético girante acionado pelo motor diesel.

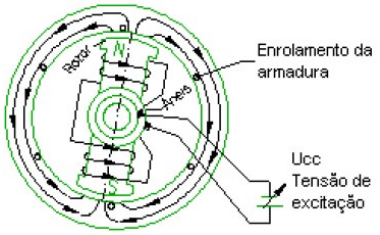


Figura 1 - Esquema de funcionamento de um alternador com campo girante

O número de polos do rotor e a velocidade de rotação determinam a frequência da tensão gerada, existem dois tipos de rotores, os de polos lisos e os de polos saliente. No rotor de polos lisos os condutores estão dispostos em cavas para que seja possível distribui-los por toda periferia do rotor, neste tipo de construção o número de polos é reduzido sendo muito utilizado em geradores com alta velocidade de rotação. Por sua vez os rotores de polos salientes possuem um núcleo central do qual derivam diversos polos onde são enrolados os condutores, desta forma é possível construir um número maior de polos, sendo a principal limitação o número mínimo de 4 polos, sendo que os geradores a diesel normalmente utilizam este tipo de rotor.

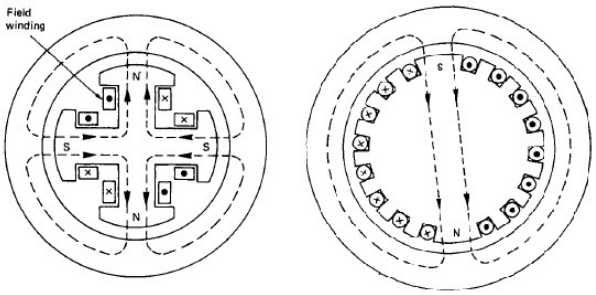


Figura 2 - Rotor de polos salientes de 4 polos e Rotor de polos lisos de 2 polos

Os alternadores mais utilizados fornecem energia elétrica trifásica, sendo compostos por três conjuntos de bobinas distribuídas com uma defasagem de 120° pela armadura. Os alternadores modernos possuem também um enrolamento chamado de excitatriz, responsável por fornecer a corrente continua para o campo girante, este enrolamento gira dentro de uma bobina com imãs permanentes que é alimentada pelo regulador de tensão, que consiste numa placa eletrônica com a finalidade de manter o fluxo magnético necessário para que a tensão gerada apresente valores constantes.

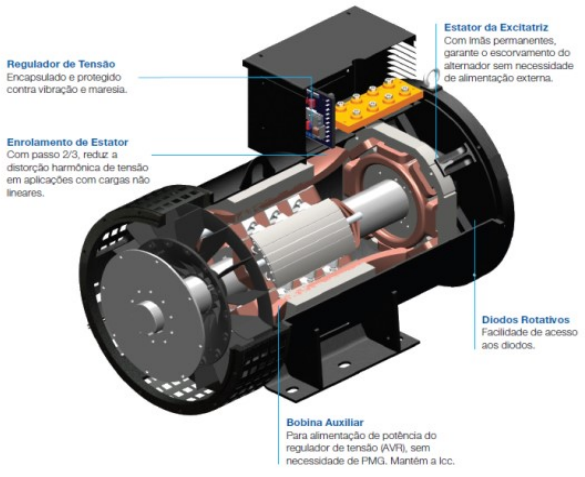


Figura 3 - Alternador trifásico em corte

2.1. Gerador em carga

Quando o gerador alimenta uma carga, a corrente que flui pela armadura (estator) cria um campo magnético que se opõem ao campo magnético girante. Este fenômeno também pode ser explicado pela lei de Lenz, a qual afirma que a força eletromotriz induzida no estator se opõe a variação do fluxo magnético.

Uma carga puramente resistiva gera um campo magnético na armadura (estator) defasado de 90° em relação ao campo magnético girante, exercendo uma força magnética contraria ao campo girante, sendo necessário que o motor forneça mais energia mecânica para manter o rotor girando na velocidade desejada.

A carga indutiva por possuir a corrente defasada em atraso em relação a tensão, produz um campo magnético na armadura (estator) na mesma direção do campo magnético girante, porém em polaridade oposta. O efeito destas cargas é desmagnetizante para o alternador, sendo necessário um aumento da corrente de excitação para manter a tensão nominal.

A carga capacitiva possui a corrente defasada e adiantada em relação a tensão, o que produz um campo magnético na armadura (estator) na mesma direção e polaridade do campo magnético girante. O efeito é magnetizante para o alternador, sendo necessário diminuir a corrente de excitação para manter a tensão nominal.

Portanto a potência desenvolvida pelo alternador de polos salientes, pode ser expressa em relação ao ângulo determinado pela posição do campo girante em relação ao campo induzido na armadura (estator) pela corrente da carga, conhecido como ângulo de carga. A potência de um gerador trifásico pode ser expressa pela equação:

$$P = \frac{3 \times V \times E}{Xs} .\text{sen}\ \delta\ (W) \qquad \text{Eq.[2]}$$

Em que:

P = potência fornecida (W)

V = tensão nos terminais do gerador (V)

E = força eletromotriz produzida (V)

Xs = impedância da armadura (Ω)

δ = ângulo de carga

Na figura 4 pode-se ver a representação física do ângulo de carga, na qual o campo induzido no estator pela corrente de carga flui através do rotor, impondo uma força contraria ao movimento do rotor, exigindo que o motor diesel forneça mais

potência para manter a velocidade do gerador. Quanto maior o ângulo de carga, maior será a potência necessária para manter o rotor girando na velocidade síncrona.

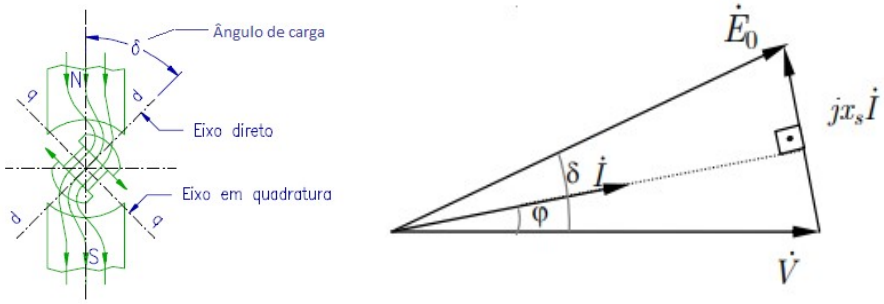


Figura 4 - Ângulo de carga e diagrama fasorial do alternador

O diagrama fasorial da figura 4 é composto por: Angulo de carga (δ), Tensão nos terminais do gerador (V), Força eletromotriz do gerador (E), Corrente da carga (I) e Relação da impedância interna do gerador e corrente de carga (jXsI).

Considerando que a tensão nos terminais do gerador (V) deve ser mantida constante, verifica-se que o aumento da corrente de carga (I), ocasionará o aumento do fasor jXsI, aumentando o ângulo de carga (δ) entre os fasores E e V.

Nas mesmas condições, se a corrente de carga (I) é reduzida, o fasor jXsI irá diminuir, assim como o ângulo de carga (δ). Portanto é possível afirmar que a potência fornecida pelo gerador está diretamente ligada ao valor do ângulo de carga (δ).

3. FUNCIONAMENTO DA TRANSFERÊNCIA EM RAMPA

A comutação da fonte de energia que irá alimentar a carga é realizada pelo quadro de transferência. Estes quadros podem utilizar uma variedade de equipamentos elétricos capazes de realizar essa comutação como, contatoras, disjuntores motorizados, chaves reversoras, entre outros.

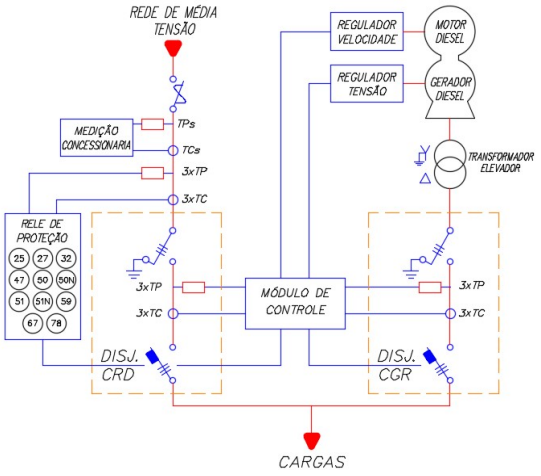


Figura 5 - Diagrama Unifilar, transferência Rede e Gerador em média tensão

As transferências básicas realizam essa comutação de forma a permitir que apenas uma fonte por vez alimente a carga, ou seja, para ligar a carga em uma fonte primeiro é necessário desligar a carga da outra fonte.

A alternativa é a transferência em rampa, que consiste em realizar a transferência de carga entre a rede e o gerador sem interrupções a instalação.

Para realizar a transferência em rampa é necessário realizar o sincronismo entre o gerador e a rede, com as fontes sincronizadas é comandado o fechamento da chave do gerador sem abrir a chave da rede estabelecendo, portanto, o paralelismo. Com as fontes em paralelo inicia-se o processo de transferência de carga para o gerador, o fim deste processo ocorre quando a carga na rede está nula ou próxima a zero, momento no qual é comandada a abertura da chave de rede interrompendo o paralelismo. Neste momento o gerador é responsável por alimentar todas as cargas da instalação.

O retorno de carga para a rede, inicia-se novamente com o processo de sincronismo entre as duas fontes sendo que com as duas fontes sincronizadas é comandado o fechamento da chave de rede sem abrir a chave do gerador estabelecendo novamente o paralelismo entre rede e o gerador. Novamente com as duas fontes em paralelo inicia-se a transferência de carga, e quando a carga no gerador estiver próxima de zero é realizada a abertura da chave do gerador, isolando o gerador da instalação e permanecendo a rede alimentado todas as cargas da instalação.

4. SINCRONISMO / PARALELISMO DE GERADORES E A REDE

Os geradores são capazes de operar em paralelo com outros geradores, isto é, de grande importância pois desta forma é possível que grandes cargas sejam alimentadas por um conjunto de geradores menores ao invés de apenas um gerador. O sistema elétrico nacional por exemplo é composto por diversos geradores das diversas usinas espalhadas pelo país operando em paralelo para fornecer energia.

Para que os geradores possam operar em paralelo é necessário realizar o sincronismo entre o gerador e um barramento energizado antes do fechamento das duas fontes em paralelo. As duas fontes são consideradas sincronizadas quando ambas têm:

a) a mesma forma de onda;
b) a mesma frequência;
c) o mesmo valor eficaz;
d) em caso de geradores trifásicos, a mesma sequência de fase;

e) defasagem de tensão nula entre as ondas das duas fontes.

Na teoria as duas fontes só estão sincronizadas quando todas as grandezas elétricas mencionadas acima estiverem iguais, porém na prática é aceitável pequenas diferenças. Segundo a norma IEEE 1547 essas tolerâncias são: no máximo 10% de variação para a tensão, 0,3Hz de diferença para a frequência e uma defasagem angular máxima de 20°, sendo que a forma de onda deve ser a mesma e a sequência de fase também deve ser igual. Normalmente são utilizados dois métodos para realizar o sincronismo, o de escorregamento ou o sincronismo estático.

O método de escorregamento consiste em aumentar ou diminuir ligeiramente a frequência do gerador, de forma a permitir que as defasagens angulares entre as fontes sejam igualadas e no momento em que ocorre a passagem pelo ponto de sincronismo é comandado o fechamento do disjuntor de paralelismo. A figura 6 representa as formas de onda e o momento do sincronismo por escorregamento.

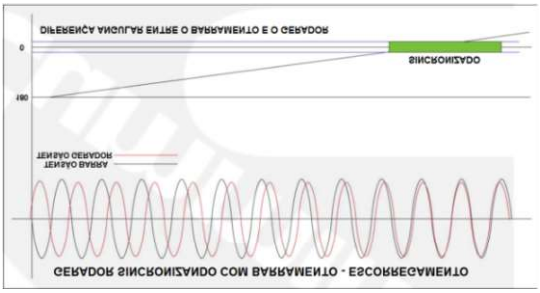


Figura 6 - Formas de onda durante o sincronismo por escorregamento

No método de sincronismo estático a frequência do gerador também é ligeiramente aumentada ou diminuída para permitir que as defasagens angulares entre as fontes sejam igualadas. A diferença consiste no momento em que a defasagem angular se torna nula, quando a frequência do gerador é ajustada para a mesma frequência da barra e após um breve período com as duas fontes sincronizadas é comandado o fechamento do disjuntor de paralelismo. A figura 7 representa as formas de onda e o momento de sincronismo pelo método de sincronismo estatico.

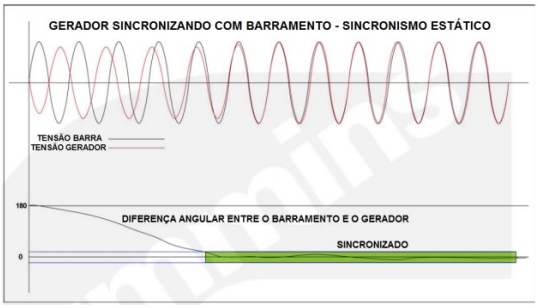


Figura 7 - Formas de onda durante o sincronismo estático

Em ambos os métodos a tensão do gerador é ajustada para o mesmo valor eficaz da barra, a fim de atender aos requisitos para sincronismo. O método de sincronismo por escorregamento apresenta a vantagem de ser mais rápido, ou seja, é possível sincronizar o gerador com o barramento em menor tempo, por sua vez o sincronismo estático possibilita um fechamento em sincronismo mais preciso.

Atualmente existem controladores microprocessados que realizam este processo de sincronismo entre geradores e a barra. O funcionamento destes controladores consiste em realizar as medições de tensão e correntes da rede e do gerador, atuar no controle de tensão e frequência do gerador, de forma a realizar e monitorar o sincronismo, controle de carga durante o paralelismo, fechamento e abertura das chaves de transferência além de funções de proteção do motor e gerador.

A medição e comparação das tensões das duas fontes, permite ao controlador comandar o fechamento do disjuntor de paralelismo de acordo com o método adotado e somente quando as condições para o paralelismo forem alcançadas.

O controle de frequência e tensão é realizado através de sinais analógicos enviados aos reguladores de velocidade e tensão do gerador. O sinal enviado ao regulador de velocidade permite alterar a quantidade de combustível injetada no motor e consequentemente a velocidade e/ou torque desenvolvido pelo mesmo. Por sua vez o sinal enviado ao regulador de tensão possibilita aumentar ou diminuir o fluxo magnético produzido pelo rotor e portanto, alterar a tensão e/ou força eletromotriz do gerador.

Durante o processo de sincronismo o controle da rotação do motor, possibilita o ajuste da frequência e também da defasagem angular entre as fontes. Ainda durante o processo de sincronismo o controle da tensão é responsável por garantir o mesmo valor eficaz de tensão entre as fontes.

O controlador deve possuir também saídas capazes de acionar o fechamento e abertura das chaves de rede e gerador. É importante notar que estas chaves devem ser capazes de fechar rapidamente a fim de permitir o fechamento no momento exato do sincronismo, evitando fechamentos indevidos que podem provocar danos severos.

É recomendado que o tempo máximo para realizar o fechamento seja equivalente a cinco vezes o ciclo da senoide, ou seja, para sistemas em 60Hz com ciclo de 16,6ms, o tempo máximo para fechamento do disjuntor é de 83ms, considerando todos os dispositivos envolvidos como reles de comando e chave de potência.

Mesmo utilizando-se chaves com capacidade de realizar o fechamento no menor tempo possível principalmente quando se utiliza o método de escorregamento, é necessário que o controlador realize o cálculo do ângulo de avanço, utilizado para compensar o retardo existente no fechamento da chave utilizada. Para o cálculo do ângulo considera-se o tempo de fechamento da chave, o tempo de fechamento do rele de comando interno do controlador e a frequência de escorregamento, segue equação:

$$\theta A = 360 . (TC + TR) . Fs \qquad \text{Eq.[3]}$$

Em que:

θA = ângulo de avanço (grau)

TC = tempo de fechamento da chave (s)

TR = tempo de fechamento do rele do controlador (s)

Fs = frequência de escorregamento (Hz)

Conforme pode ser visto quanto menor a frequência de escorregamento, menor será o ângulo de avanço e mais preciso será o fechamento em sincronismo.

5. CONTROLE DE POTÊNCIA ATIVA E REATIVA EM PARALELO

Além de monitorar as fontes e comandar o fechamento do disjuntor de paralelismo estes controladores possuem a função de controlar o fluxo de carga entre as fontes, permitindo transferir a carga entre a rede e o gerador de forma gradativa ou ainda manter as duas fontes em paralelo continuamente com o gerador alimentando parte da carga e a rede alimentando o excedente, por exemplo.

Com o gerador operando em paralelo com outros geradores ou com a rede a tensão e frequência do mesmo tendem a ser constantes, determinadas pela potência de sincronismo ou sincronizante. Isso ocorre porque as máquinas síncronas tendem a manter a velocidade síncrona entre o rotor e a armadura (estator), como os demais geradores do barramento estão operando em determinada tensão e frequência e a armadura está conectada eletricamente a estes geradores o rotor do gerador tende a manter essa mesma velocidade. Ou seja, caso o gerador acelere ou desacelere, surgirá uma potência oposta fornecida pelo barramento forçando o mesmo a manter a velocidade síncrona.

Portanto uma vez em paralelo os controles de tensão e rotação não terão mais influência direta sobre a tensão e frequência gerada. Estes controles, porém, serão responsáveis por determinar a potência fornecida pelo gerador, sendo o controle da

rotação responsável por regular a potência ativa, e o controle da tensão a potência reativa fornecida.

A potência mecânica ou o torque fornecido pela máquina primaria é proporcional a potência elétrica ativa fornecida pelo gerador em seus terminais. Quando aumentamos ou diminuímos a potência mecânica fornecida ao alternador ocorre um deslocamento do campo magnético do rotor em relação ao campo da armadura (estator), ou seja, altera-se o ângulo de carga e, portanto, a potência fornecida pelo gerador como pode ser visto na figura 8 abaixo.

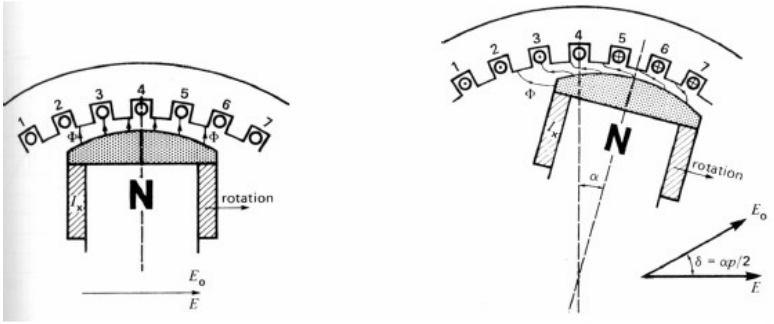


Figura 8 - Representação da alteração no ângulo de carga

Para um aumento na potência mecânica fornecida ocorre o avanço do ângulo de carga e, portanto, aumenta-se também a potência fornecida pelo gerador, em contrapartida quando diminui-se a potência mecânica fornecida o ângulo de carga recua fazendo com que o gerador forneça uma potência menor.

Assim no processo de transferência em rampa, quando é necessário transferir a carga para o gerador aumenta-se a potência mecânica fornecida pelo motor diesel, fazendo com que o gerador alimente as cargas da instalação e a potência fornecida pela rede diminua, e para realizar a transferência de carga de volta para a rede diminui-se a potência fornecida pelo motor diesel.

O controle da potência reativa ocorre através da variação da corrente de excitação do gerador, com o gerador operando em paralelo com outros geradores, ao variar a corrente de excitação altera-se a força eletromotriz. Presumindo que o ângulo de carga permaneça constante, ocorre a variação do ângulo de fase, ou seja do fator de potência e consequentemente da potência reativa fornecida pelo gerador. Sendo que ao aumentar a corrente de excitação, aumenta-se a energia reativa indutiva fornecida pelo gerador, e ao diminuir a excitação é reduzido o fornecimento de energia reativa indutiva, sendo possível até mesmo absorver energia reativa do barramento.

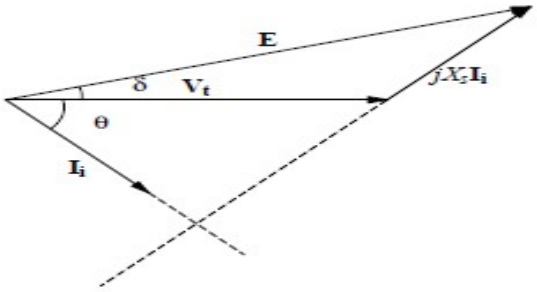


Figura 9 - Diagrama fasorial do ângulo de carga δ e ângulo de fase Θ

No diagrama fasorial da figura 9 pode-se observar que o aumento da tensão interna do gerador (E), ocasionado por um aumento da corrente de excitação irá refletir no aumento do fasor jXsI que representa a relação entre a reatância interna do gerador e a corrente, uma vez que a tensão terminal do gerador (V) e o ângulo de carga (δ) permanecem constantes. O aumento do fasor jXsI é ocasionado pelo aumento da corrente e do ângulo de fase (Θ), ou seja, aumento da potência reativa fornecida pelo gerador. Podemos verificar também o processo inverso quando a tensão terminal do gerador (E) diminui, ocasionando uma diminuição da potência reativa fornecida.

6. NORMAS VIGENTES E REQUISITOS PARA PARALELISMO COM A CONCESSIONARIA LOCAL

Para conectar o gerador em paralelo à concessionaria local é necessário que o projeto e a instalação estejam de acordo com as normas vigentes da concessionaria local. As diretrizes principais são iguais para todas as concessionarias em atividades no Brasil, porém cada concessionaria possui sua própria regulamentação e, portanto, exigências diferentes para permitir a conexão em paralelo de um gerador particular.

Neste artigo iremos abordar a regulamentação e exigências da AES Eletropaulo para conexão de um gerador particular a rede através do paralelismo momentâneo. O tempo máximo de paralelismo permitido para realizar a transferência é de 15 segundos. Além de limitar o tempo máximo de paralelismo, é necessário a instalação de reles de proteção capazes de exercer as seguintes funções:

Função 25 – Rele de Sincronismo: Esta função de proteção é responsável por verificar e garantir o sincronismo entre as duas fontes.

Função 27 – Rele de Subtensão: Tem a função de isolar a rede da Eletropaulo da instalação do consumidor em casos de queda de energia.

Função 32 – Rele de Potência Direcional: É responsável por monitorar o fluxo de potência da rede e atuar caso ocorra fluxo reverso. O ajuste deve ser de no máximo 30% da potência do(s) gerador(es), limitado a 500KVA, com retardo de 500ms.

Função 47 – Rele de sequência de fase: Monitora a sequência da tensão da rede e caso ocorra uma inversão, desliga o disjuntor isolando a rede da instalação.

Função 50 e 50N - Rele de sobrecorrente instantâneo de fase e neutro: Desliga a rede caso ocorra um curto circuito na instalação do consumidor.

Função 51 e 51N - Rele de sobrecorrente temporizada de fase e neutro: Desliga a rede, caso ocorra uma sobrecarga na instalação do consumidor.

Função 59 – Rele de sobretensão: Tem a função de isolar a rede da instalação do consumidor caso a tensão da rede apresente valores acima do previsto.

Função 67 – Rele de sobrecorrente direcional: Responsável por isolar a instalação, caso ocorra um curto circuito na rede da Eletropaulo durante o paralelismo, evitando que o gerador alimente um curto circuito externo a instalação.

Função 78 – Rele de medição do ângulo de fase / salto vetorial: Monitora o ângulo de fase com o objetivo de verificar a perda do sincronismo em casos de oscilações de potência e/ou distúrbios na rede.

7. CONCLUSÃO

O paralelismo momentâneo entre a rede e gerador com a finalidade de realizar a transferência de carga sem interrupções é uma realidade cada vez mais presente nas industrias, grandes comércios, data centers e outros grandes consumidores.

O avanço da tecnologia e da eletrônica, permite realizar essa manobra complexa com certa simplicidade e grande segurança, tornando-a uma importante alternativa para garantir a confiabilidade das operações com geradores diesel.

REFERÊNCIAS

ABB. **ANSI Numbers IEEE Standard Electric Power System Device Function Numbers acc. to IEEE C.37.2-1991.** 1998. Disponível em: < http://bit.ly/2gyQwdK>. Acesso em 17 mar. 2017.

ADVANCE TECH POWER. **Asco power transfer switch**. 2016. Disponível em: <http://advancetechpower.com.my/asco-power-transfer-switch/>. Acesso em: 23 de abr. 2017.

AES ELETROPAULO**. Nota técnica 6005**. 2011. Disponível em: <https://www.aeseletropaulo.com.br/padroes-e-normas-tecnicas/geradores-de-energia/Documents/NT_6005_rev%2005_VAC.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2017.

BAKSHI, M. V.; BAKSHI, U. A. **Electrical machines II**. India: Technical Publications Pune, 2009.

BASLER ELECTRIC COMPANY. **Automatic synchronizing considerations and applications**. 2015. Disponível em: <http://www.ussg.com.sa/pdf2.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2017.

CHABU, Ivan; **Máquinas síncronas, parte II**: troca de potências ativa e reativa. 2006. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2555933/mod_resource/content/1/MS2_2006.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2017.

CUMMINS POWER GENERATION. **Application engineering T-016**: paralleling aplication manual. 2014. Disponível em: <https://powersuite.cummins.com/PS5/PS5Content/SiteContent/en/Binary_Asset/pdf/Commercial/technical/T-016.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2017.

ENERG GERADORES. **PWY600**. 2016. Disponível em: <http://www.geradoresenerg.com.br/produto.asp?cod=34&e=novo>. Acesso em: 02 abr. 2017.

FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY, C.; UMANS, S. D. **Electric Machinery**. 6th. ed. Boston, Mass: McGraw Hill, 2003.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **IEEE 1547 standard for interconnecting distributed resources with electric power systems.** USA, jul. 2003.

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA - ESTG. **Máquinas síncronas**. 2001. Disponível em: <http://www.alunoeletrica.eng.ufba.br/material/conversaoi/materialauxiliar/maquinassincronasprincipal.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2017.

MAHON, L. L. J **Diesel generator handbook**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1992.

MANTON, Antony. **Guide to synchronising and load sharing:** part1 usage of DSE load share controllers in synchronisation / load share systems. 057-045. North Yorkshire, England: Deep Sea Electronics Plc, [S.d.].

WEG. **DT5**: características e especificações de geradores. [2012?]. Disponível em: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-curso-dt-5-caracteristicas-e-especificacoes-de-geradores-artigo-tecnico-portugues-br.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2017.

WOODWARD. **Easygen-3000XT series**. 2017c. Disponível em: <https://www.woodward.com/>. Acesso em: 02 abr. 2017.

TRATAMENTO TÉRMICO EM MATERIAL D6 A FIM DE SE OBTER MATERIAL ENDURECIDO

Raul Sacramento [1]
Wallyson Thomas Alves da Silva [2]
Ricardo Favaro [3]
Marcus Vinicius Begossi [4]

RESUMO

Na área da mecânica o aço é empregado para diversas utilidades desde uma chaveta a uma engrenagem helicoidal, mas cada um desses exemplos vai suportar um determinado esforço durante o seu trabalho e para que os mesmos aguentem estes esforços sem se romper ou se deformar, é necessário aplicar um determinado tratamento térmico, seja ele um revenimento ou uma têmpera, tudo depende da fase de ferro carbono. Os tratamentos térmicos, não se aplicam na peça por um todo, apenas atinge a superfície, sendo mais claro, o tratamento térmico penetra conforme a quantidade de carbono e o tamanho da peça. Para se chegar à conclusão de qual a dureza que se pode obter em uma peça de aço, deve-se saber qual a sua espessura e quantidade de carbono presente em sua estrutura. O propósito destas instruções será determinar qual a espessura mínima admissível de um aço D6 para que se possa obter uma dureza superficial de 56 HRC após submetida a tempera. A metodologia para obtenção dos resultados será o corte em uma serra automatizada de 3 corpos de provas de espessuras diferentes de D6, aquecimento no forno elétrico e resfriamento em óleo e em água, logo após será medida sua dureza (durômetro) e avaliado qual a espessura máxima que se pode obter uma dureza minima de 49 HRC.

Palavras-chave: Ferro carbono. Durômetro. Tratamento térmico. Espessura máxima.

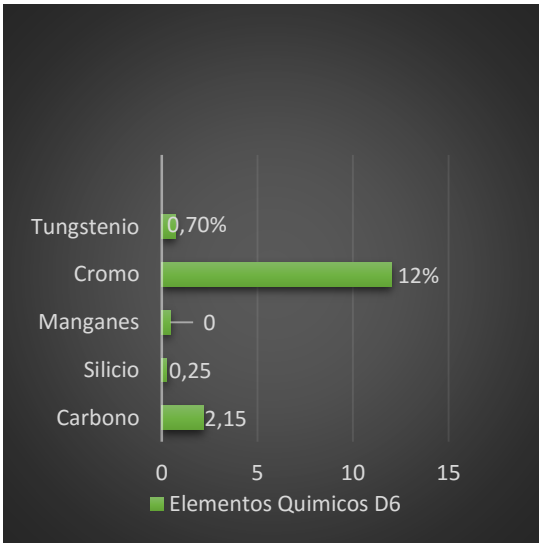
1. REVISÃO TEÓRICA

O aço D6 é um aço para trabalho a frio com elevada fração de carbonetos e elevada dureza após o tratamento térmico. Estas características conferem a este aço uma elevada

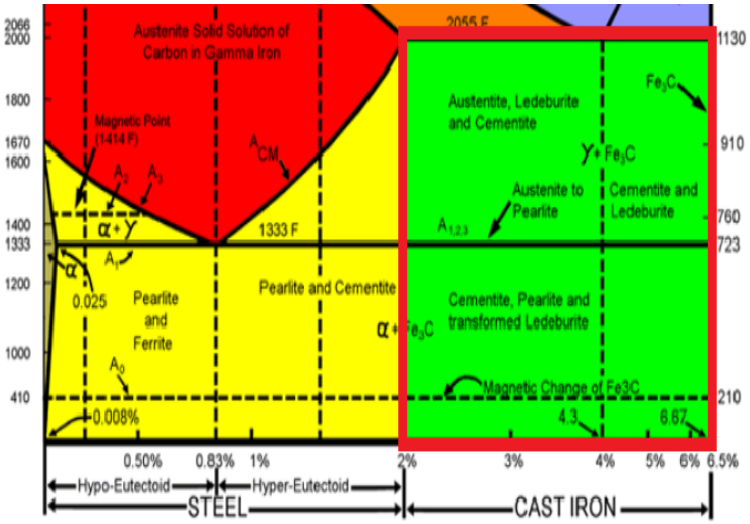
[1] E-mail: raul_vss@hotmail.com
[2] E-mail: wallyson.silva@sp.senai.br
[3] E-mail: ricardo.favaro@sp.senai.br
[4] E-mail: mbegossi@sp.senai.br

resistência ao desgaste, superior à do D2, (segue abaixo gráfico com sua composição química). Entretanto, este aço é mais frágil que o aço D2. (GGD Metals, 2017).

Sua elevada dureza o torna especialmente adequado para aplicações de severo desgaste como em operações de conformação e corte a frio, em superfícies deslizantes e moldes para materiais cerâmicos. É utilizado em ferramentas de corte como facas, matrizes, punções, tesouras. Em escariadores, mandris, fieiras de trefilação, calibres, etc. (GGD Metals, 2017).



Elementos X Porcentagem (Gráfico 1)



Tradução: Aço D6 apresenta Cementita e Perlita como carbonetos, a uma temperatura de 400 a 1300° C. (Figura 1)

Têmpera é um processo de tratamento térmico de aços para aumentar a dureza e a resistência dos mesmos. A têmpera tem duas etapas: aquecimento e esfriamento rápido. O aquecimento tem como objetivo obter a organização dos cristais do metal, numa fase chamada austenitização. O esfriamento brusco visa obter a estrutura martensita. Na têmpera o aquecimento é superior à temperatura crítica, que é de 727ºC. O objetivo é conduzir o aço a uma fase, na qual se obtém o melhor arranjo possível dos cristais do aço, para obter a futura dureza. Após dessa fase o aço pode ser submetido a outras fases, dependendo das necessidades. A temperatura nessa fase é temperatura de austenização. Cada aço tem sua composição, a temperatura de varia de aço para aço. A têmpera é obtida em temperaturas diferentes, o que depende da composição do aço da peça e dos seus objetivos. Portanto, a têmpera de uma dada peça leva em consideração muitos fatores.

O próprio tempo de exposição da peça na temperatura de austenização é considerado quando se faz a sua têmpera. Cada aço tem uma temperatura de austenização, e que é aquela que proporciona o máximo de dureza. Essa temperatura é obtida dentro de fornos, os quais podem ser por chama ou por indução elétrica. Dependendo das exigências do cliente, a austenização, e consequentemente a têmpera, vai ocorrer apenas na superfície da peça ou em toda ela. A segunda etapa da têmpera é o resfriamento, o qual deve ser brusco, em óleo ou água. A rapidez do resfriamento é importante para impedir que o aço mude para fase diferente daquela que se obteve na temperatura de austenização (obter estrutura martensítica). Quase sempre, após a têmpera, a peça é submetida ao revenimento. (FERMAC, Tratamento Térmico)

Durante o aquecimento para a austenitização deve ser realizado pré-aquecimento para garantir uma homogeneidade de temperatura e minimizar distorções. Pré-aquecer em temperatura próxima de 550ºC. Austenitizar em temperatura entre 950 – 970ºC. Aquecer por 1 hora para cada 25 mm de espessura e adicionar 1 hora para cada 25 mm adicionais. Resfriar preferencialmente em óleo

Pré-aquecido em torno de 70ºC, sob agitação. Também pode ser resfriado em ar calmo. (GGD Metals, 2017)

Um material isotrópico trabalha diretamente com sua deformação plástica e elástica, ou seja, aplica-se a Lei de Hooke. Sendo como exemplo uma mola, quando tracionada até sua região de deformação elástica ela tem a capacidade de retornar ao seu estado neutro, entretanto se for tracionado até seu limite de deformação plástica, ocorrerá sua deformação impedindo que a mesma volte ao seu estado normal. Voltando as aulas de Física Básica, sabemos que energia de deformação elástica (resiliência), inserida juntamente com temperatura, nos permite obter uma deformação maior e com mais ductilidade, ou seja, aumentando seu limite de deformação.

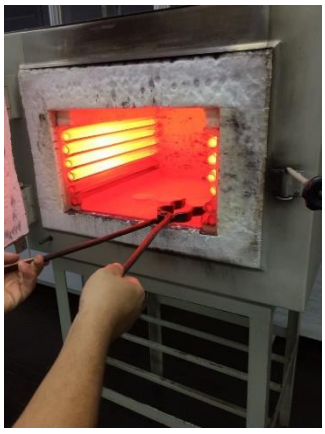
2. METODOLOGIA

Os 3 corpos de provas de aço D6 foram submetidos a uma austenização, com uma temperatura controlada de aquecimento de 550° C e temperatura de Têmpera entre 950 e 960°C, por um tempo de 1 hora em um forno elétrico por indução, como podemos ver na tabela 1. Após passar pelo processo de tempera, os mesmos foram resfriados, sendo dois em óleo e um em água, com intuito de acrescentar um coeficiente a mais a pesquisa,

levando em consideração que o tipo de resfriamento influencia na troca de calor que por sua vez influencia na dureza final. Ambos tiveram leve agitação (movimentação) para resfria-los. Conforme figuras 2 a 4. Os corpos de prova foram removidos de uma barra laminada redonda, cortados em uma máquina de serra de fita com acionamento por came, onde nesta conferimos ao corte do corpo de prova espessuras diferentes em cada unidade.

Pré-aquecimento (minutos)	Pré-aquecimento (°C)	Temperatura (Austenitização)	Tempo de permanência (Horas)	Espessura	Tipo de resfriamento
20’	550	950-960	1	7	Óleo
20’	550	950-960	1	9	Água
20’	550	950-960	1	11	Óleo

Método utilizado para têmpera e resfriamento (Tabela 1)



Remoção dos corpos de prova pós-tempera. (Figura 2)



Resfriamento em água após remoção do forno elétrico á 960°C. (Figura 3)



Resfriamento em óleo após remoção do forno elétrico á 960°C. (Figura 4)

Após o material ser submetido a austenitização e resfriado, foi levado a sala de metalografia da faculdade para serem medidos seus respectivos valores de dureza HRC. A medição foi realizada em uma máquina de medição de dureza HRC e brinell, (LC-200 RB) porém optou-se por obter os valores em Rockwell C, por conta do ensaio brinell não ser o mais adequado ao tipo de material e suas escalas de dureza. As medições foram executadas na face do material como podemos ver na figura 5.



Medição dos resultados de dureza em HR máquina LC-200 RB (Figura 5)

3. RESULTADOS

Após as medições de dureza, os resultados foram expressos em tabela (tabela 2) onde os dados coletados durante a medição foram inseridos. O modo de resfriamento foi inserido a frente para efeito de comparação, onde podermos ver que o modo de resfriamento afeta na quantidade de dureza do material. Como podemos ver no gráfico 2, o resultado das medições dos corpos de prova, medição da HRC máxima e mínima. (Gráfico n° de amostras vs. HRC).

Espessura do corpo de prova	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Média HRC	Tipo de resfriamento
7	56,96 HRC	60,23 HRC	60,71 HRC	59,3 HRC	Óleo
9	63,84 HRC	62,44 HRC	63,01 HRC	63,09 HRC	Água
11	59,24 HRC	58,73 HRC	61,46 HRC	59,81 HRC	Óleo

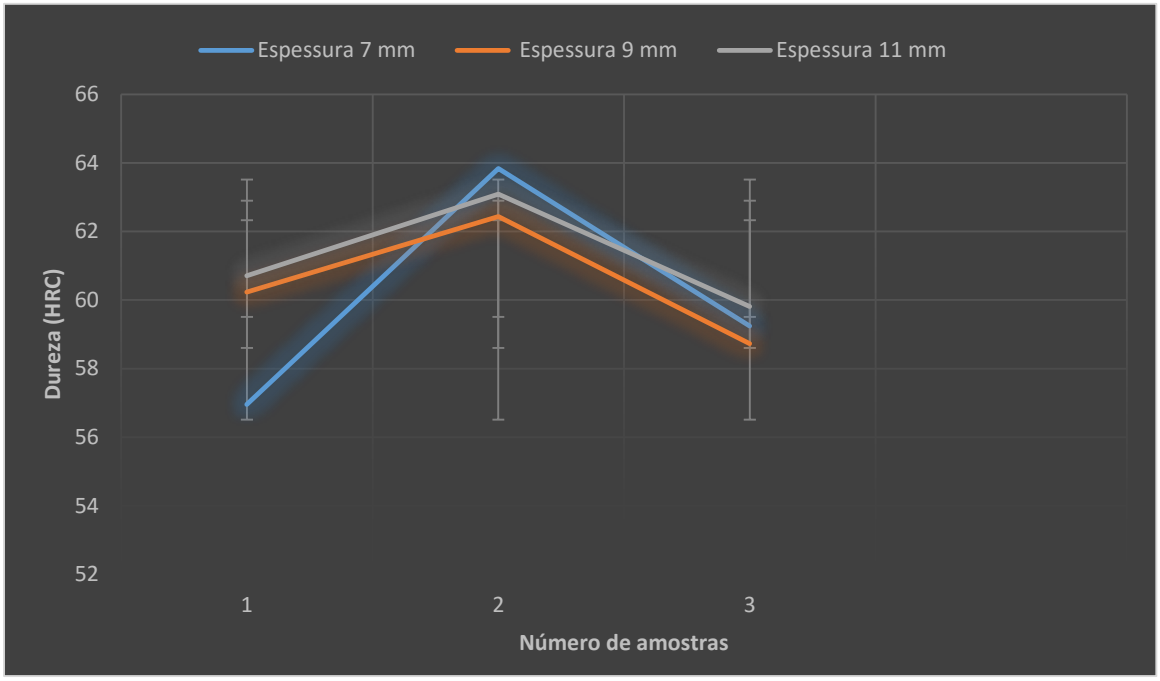


Gráfico número de amostras vs. HRC, para comparação de dureza máxima e mínima (Gráfico 2)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Obteve-se uma conclusão de que, a espessura do material aço D6, não influenciara na obtenção da dureza necessária, por conta de que a temperabilidade do material se deve ao seu teor de carbono presente em sua composição química. A sua variação de dureza se deve ao resfriamento posterior a austenitização, pelo fato de que quando resfriado em óleo, se obteve uma dureza inferior ao resfriamento em água. Isto é, a troca de calor no óleo, por ter mais viscosidade, se torna um resfriamento moderado dando origem a uma estrutura bainita, enquanto o resfriamento em água por ser considerado um resfriamento rápido dará origem a uma estrutura martensitica, ou seja, a dureza será superior quando resfriado em água.

REFERÊNCIAS

H2 – Assessoria e Consultoria
http://www.h2ac.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=97&Itemid=104
03/03/2017

Paquímetro Virtual Simulador - Prof. Eduardo J. Stefanelli

http://www.stefanelli.eng.br/paquimetro-virtual-simulador-milimetro-05/
26/04/2017

Maquinas Medir Coordenadas - Universidade de Santa Catarina - Joinville
http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/veriano/materiais/09_Maquinamedircoordenadas.pdf
26/04/2017

O que é um Paquímetro – Industria Hoje
http:// www.industriahoje.com.br/o-que-e-um-paquímetro
08/05/2017

Calibração Paquímetro – EBA
http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAv5EAJ/calibracao-paquimetro.
07/06/2017

Blocos-Padrão - Soluções Industriais
http://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/instrumentacao/insize-do-brasil/produtos/instrumentacao/blocos-padrao-individual-de-ceramica-
26/04/2017

Medição em Máquina Tridimensional – Ensaios/Medição
http:// www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Medição-Em-Máquina..

USO DA METODOLOGIA AHP NA AVALIAÇÃO DE MÉTODOS PARA A CONSTRUÇÃO DA VISÃO DO PRODUTO

Julio César Legramanti Neves[1]

RESUMO

A visão é considerada como fator chave no processo de desenvolvimento de produtos. Tanto a literatura da gestão do desenvolvimento de produtos quanto à do gerenciamento ágil de projetos, originada a partir do Manifesto Ágil de 2001, apresentam diversos métodos para construção desta visão. No gerenciamento ágil um fator relevante na construção da visão do produto é a necessidade do envolvimento do cliente durante este processo. O estudo contempla uma estruturação hierárquica e uma análise comparativa (AHP - *Analytic Hierarchy Process*) entre 3 (três) métodos para a criação da Visão do Produto: o PVMM – *Product Vision Management Method*, o ViP – *Vision in Product* e o VC – *Visionary Concepts*. Como critérios para comparação entre os diferentes métodos para criação da visão, foram utilizadas as propriedades da visão do produto, elencadas na bibliografia consultada. Pretende-se a partir dos resultados obtidos validar qual o método mais indicado para a construção da visão de um produto de bem de consumo durável, considerando os critérios identificados pelo autor.

Palavras-chave: Visão do Produto, AHP, PVMM, ViP, VC.

1. INTRODUÇÃO

Desde seu surgimento, em 1950, o gerenciamento de projetos (GP) resultou em um conjunto significativo de técnicas, ferramentas e conceitos. Após cinquenta anos de evolução, um conjunto de boas práticas de gerenciamento de projeto foi estruturado nos corpos de conhecimento (*BOKs-Body of Knowledge*), facilitando sua difusão e aplicação. A literatura fundamentada nesses corpos de conhecimento tem sido chamada de literatura tradicional ou abordagem tradicional de gerenciamento de projeto (AMARAL, 2011). Nas últimas décadas a chamada literatura tradicional de gerenciamento de projeto tem sofrido críticas de diversos praticantes, principalmente nos casos de projetos que envolvem inovação. Nesses casos, não há parâmetros comparativos, são projetos com maior nível de

[1] Graduado em Desenho Industrial na Universidade Santa Cecília dos Bandeirantes (Santos) – Mestre em Ciências pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP) – Professor de Educação Profissional Tecnológica no SENAI – Theobaldo De Nigris. E-mail: julio.neves@sp.senai.br

riscos e em que as mudanças na estratégia de condução são necessárias para o sucesso (AMARAL, 2011).

Considerando que o contexto atual de competitividade faz com que a única certeza seja a incerteza, e que apenas o conhecimento seja fonte segura de vantagem competitiva, as empresas de sucesso são aquelas que criam novos conhecimentos, disseminam-nos e os incorporam em novas tecnologias e produtos e que por sua vez inovam (NONAKA, 2001). Assim, a literatura tradicional de gerenciamento de projetos passou a não atender a demanda da maioria das empresas de sucesso. De forma a atender essa nova demanda, surgem novas teorias voltadas para projetos do tipo inovador, tais teorias são conhecidas como Gerenciamento Ágil de Projetos. É importante considerar que essas abordagens não rompem completamente com a teoria tradicional, estas buscam as especificidades e as complementam. As principais características do Gerenciamento Ágil de Projetos são: autogestão, visão, iteração, envolvimento do cliente/simplicidade (AMARAL, 2011).

Como a visão é uma das características principais do Gerenciamento Ágil de Projetos esta tem sido considerada como fator relevante para o sucesso do projeto e muitos autores de áreas ligadas ao desenvolvimento de produtos como planejamento estratégico, desenvolvimento de produtos, gerenciamento tradicional de projetos e o próprio gerenciamento ágil, enfatizam os benefícios da criação de uma visão robusta, como orientadora para as equipes de projeto e também na redução no tempo de desenvolvimento de produtos (Eisenhardt, 1995, Tessarolo, 2007 apud BROWN; 2011). É nesse contexto que esse trabalho se encaixa, a proposta é analisar e comparar diferentes metodologias de definição da visão para empresas de bens de consumo duráveis, de forma que as empresas possam se beneficiar da criação de uma visão robusta.

2. REVISÃO LITERÁRIA

2.1. Conceito de Visão

Dentro do processo de desenvolvimento de produtos, a visão pode ser atribuída a diferentes contextos, como descrito por Benassi (2013), auxiliando desde a orientação dos trabalhos iniciais das equipes de projetos (KOTTER, 1995; HIGHSMITH, 2004; TESSAROLO, 2007), aprimoramento e melhoria do processo de desenvolvimento de produto (CLARK, 1989; COOPER, 1995; REID, BRENTANI, 2010), além de contribuir para a inovação (XIE; WANG, 2008; LIN; LUH, 2009). O termo visão traz muitas

interpretações em diversos trabalhos presentes nas literaturas das áreas de marketing, gestão de desenvolvimento de produtos, gerenciamento ágil de projetos, design e planejamento estratégico, nem sempre idênticas e em alguns casos certas similaridade e em níveis de visão diferentes como organizacional, mercado, produto e projeto (BENASSI, 2013).

Benassi, 2013, sustenta ainda em sua tese que inúmeros autores definem visão como uma descrição de um produto final do projeto e depois apontam qualidades que a caracterizam. Esses, comumente organizam essas qualidades em agrupamentos como atributos, artefatos, elementos e características da visão. Dois aspectos comuns foram identificados na análise das várias definições apontadas por Benassi (2013), referem-se à visão do produto como uma descrição do produto final e afirmam unanimemente que não se trata de uma definição qualquer. O ANEXO A mostra o resultado obtido após a realização de revisões bibliográficas. Os trabalhos foram classificados dentro dos níveis de visão descritos por Reid e Brentani (2010), sendo estes as visões organizacional, tecnológica, de mercado e de projeto. O ANEXO A apresenta ainda os trabalhos cuja abordagem da visão ocorrem no nível de produto. Ou seja, para que possa ser considerada uma visão do produto é necessário satisfazer certas condições, como por exemplo, possuir um desenho ou esboço do produto final, ser sucinta, ser obtida de forma compartilhada pela equipe de projeto e clientes etc. A visão do produto serve como uma descrição dos limites e condições dentre as quais o desenvolvimento deve ocorrer, ou ainda, de acordo com as restrições de escopo, prazo e custo. A visão é definida como uma descrição de um produto final do projeto e depois apontam-se as qualidades que a caracterizam. Essas qualidades são comumente organizadas em agrupamentos como atributos, artefatos, elementos e características da visão (BENASSI, 2013). Deste modo, uma definição menos abstrata e mais prática concebida por Amaral, Conforto, Benassi e Araujo (2011), seria:

> Visão do Produto é uma descrição de alto nível, sucinta e preferencialmente na forma gráfica do(s) produto(s) final do projeto. Antecipando o produto que ainda não existe e será entregue ao seu término. A descrição pode conter dimensões como forma, função, possíveis estados, módulos e interfaces entre eles, requisitos e metas. Deve também, necessariamente, ter as seguintes propriedades: ser desafiadora, explicitar as soluções de compromisso e divergências (por meio de uso de metáforas, analogia e conceito integrador) e proporcionar motivação para a equipe.

Esta definição norteará as análises aqui elaboradas, por apresentar maior pragmatismo a realidade das empresas latino americanas.

2.2. Propriedades da Visão

Segundo Benassi (2013, p. 45), termos como: atributos, artefatos, elementos e características são utilizados por autores para se referir à visão, o que dificulta uma definição mais concreta do termo e o processo para construção da visão do produto. Este autor sugere ainda a criação de um grupo componentes da visão, subdivido em dois subgrupos, elementos e propriedades da visão, ou seja, os componentes da visão seriam a união dos elementos e propriedades da visão do produto. Um conjunto de artefatos, gerados a partir de um conjunto de elementos (da visão) que, por sua vez, devem respeitar a um conjunto de propriedades (da visão). Diferem-se por aspectos ligados ao processo e a qualidade dos resultados obtidos no processo para criação da visão do produto, sendo:

- **Elementos da visão do produto:** processos como técnicas, métodos, descrições e práticas que levam a criação da visão do produto, ou seja, um artefato, utilizado na descrição da visão do produto (ex. descrição através de sketches/esboços - "Artefato Visual" seria um elemento da visão);
- **Propriedades da visão:** são as qualidades desejadas para os artefatos utilizados na descrição da visão do produto (ex. um "Artefato Visual" / *sketche* / esboço sucinto, desafiador etc., ou seja, qualidades que os elementos devem conter para garantir que o resultado final seja considerado uma visão do produto).

O ANEXO B, adaptado do trabalho de Benassi, Ferreira Junior e Amaral (2011), identifica e define oito propriedades da visão. É importante considerar que neste anexo as propriedades comunicadora e antecipadora não foram consideradas, pois estas podem apresentar redundância, pelo fato de possuírem uma ou mais propriedades. Foi realizado o agrupamento e simplificação dos elementos e das propriedades sugeridos por Benassi (2013), a partir de uma categorização, reunindo propriedades similares sob um mesmo agrupamento, apresentados no ANEXO C.

2.3 Métodos para criação da visão

Neste trabalho optou-se por uma análise de 3 métodos distintos para a definição da visão de um produto. Os métodos selecionados para a comparação são: O PVMM -

Product Vision Management Method, o VC - *Visionary Concepts* e o ViP - *Vision in Product*.

A seleção do PVMM como um dos métodos para a análise comparativa é baseado no trabalho de Amaral (2011), em que métodos para visão do produto foram avaliados considerando o envolvimento dos clientes. Nesse estudo, o PVMM mostrou-se o mais completo por permitir o "envolvimento ativo do cliente", que ocorre de forma participativa nos estágios iniciais quando há a geração e análise dos conceitos. O PVMM foi criado para ser uma ferramenta empregada visualmente em forma de quadro de notificação, está fundamentada em outros métodos reconhecidos na área de desenvolvimento de produtos (BENASSI; FERREIRA JUNIOR; AMARAL, 2011). Neste método, a visão de um novo produto, permeia seis etapas principais, que são: o Termo de Abertura do Projeto, a Captação das necessidades do produto pelos Stakeholders, o Desdobramento das necessidades, a Criação Pré-conceituais, a Preconcepção apresentada ao cliente e o Preenchimento da matriz item-entrega.

O VC baseia-se na construção de cenários futuros, com grande foco no mercado atual, como fonte de estruturação de estado futuro. É muito similar à "declaração de alto nível" do modelo conceitual sugerido no estudo (através de esforço na caracterização do produto que atenderá as necessidades de cenários futuros, previstas pelo time de projeto). O envolvimento do consumidor é baixo, e a visão é oriunda de informações prévias de mercado e/ou de algumas consultas durante o projeto. O método para a criação de futuros produtos, através do VC consiste em cinco etapas principais. (LEPPIMÄKI, S; LAITINEN, J; MERISTÖ, T; TUOHIMAA, H; 2008), a saber: a Identificação de fatores de mudança, a Construção de cenários, a Identificação do produto necessita em cada cenário, a Geração de conceitos futuros de produtos e o Calendário de atividades e operações de P & D. Assim, ao considerar novas idéias e conceitos, é essencial analisar o seu potencial de negócios futuros.

O ViP tem como característica marcante a geração de imagens, e a construções dos benefícios, características e "*shape*", mas não aborda de forma estruturada as descrições de performance esperada e as tecnologias envolvidas (não é levado em consideração o *background* tecnológico para construção da visão do produto). Há uma dependência da habilidade e capacidade do time de projeto, sendo que o envolvimento do cliente é baixo durante a construção da visão do produto (passivo – observações e consulta). O trabalho fica a cargo do time do projeto. Os pontos essenciais da abordagem ViP

(HEKKERT; VAN DIJK, 2011) são: Para projetar devem-se analisar as possibilidades atuais e as possibilidades futuras ao invés de resolver um problema atual; Produtos são formas de agir, interagir e se relacionar. É a partir das relações com as pessoas que os produtos ganham sentido. Essa interação é o foco do ViP; A interação é determinada a partir do contexto para o qual ela foi desenvolvida. Esse contexto pode ser o atual, ou futuro. Dessa forma ViP é direcionado ao contexto.

O ViP é composto das fases descritas por Hekkert *et al* (2006, p. 02), como sendo: 1: Desconstrução ao nível do produto; 2: Desconstrução ao nível das interações; 3: Desconstrução ao nível do contexto; 4: Desenvolvimento ao nível do contexto; 5: Desenvolvimento ao nível das interações e 6: Desenvolvimento ao nível do produto

Os métodos descritos acima apresentam diversos níveis de interação e envolvimento, tanto da equipe do projeto, como dos clientes, que no nosso entendimento, podem trazer resultados interessantes na avaliação a ser realizada, visando a escolha de um método para a construção da visão do produto, considerando os critérios das propriedades da visão do produto, a serem adotados e descritos anteriormente. É essencial considerar que o ViP e o VC não são metodologias desenvolvidas com o intuito apenas de gerar a visão de um produto. Esses métodos foram propostos com o intuito de abordarem todo o desenvolvimento de um produto. Como esses métodos são utilizados basicamente por designers, eles não englobam a fase de produção e de pós desenvolvimento.

Já o PVMM foi desenvolvido com o intuito de auxiliar na definição apenas da visão de um produto, dentro de um modelo de referência para o desenvolvimento do produto. Dessa maneira, a análise comparativa entre os métodos foi conduzida de forma a comparar volumes de controle semelhantes, ou seja, buscou-se avaliar até que fase o ViP e o VC deviam ser considerados para que sejam comparáveis ao PVMM. Nessa análise, considerou-se o ViP até a fase 4 e o VC também até a fase 4, descritas anteriormente.

3. METODOLOGIA

3.1 Critérios adotados

Pode-se afirmar que as propriedades podem servir de base para um *checklist* da visão do produto. O time do projeto pode aplicá-lo após a criação da visão do produto, de modo a verificar se os artefatos gerados durante o processo estão aderentes às propriedades estabelecidas. Isto pode indicar que a visão do produto gerada é robusta o suficiente, garantindo o entendimento e compreensão de todos e orientar a continuidade do projeto.

Dessa forma, os agrupamentos das propriedades da visão (vide ANEXO C) foram adotados como critérios para a comparação entre os diferentes métodos de definição da visão. A estruturação do problema, que tem como objetivo responder à pergunta: "Qual método pode ser o mais indicado para auxiliar na definição da visão de um produto de bem de consumo durável?"

3.2 Análise Comparativa (AHP)

O Analytic Hierarchy Process (AHP) é um dos principais modelos matemáticos para apoio à tomada de decisão multicritério disponíveis no mercado. Ao se avaliar como as organizações decidem sobre os projetos, percebe-se que sempre existe um desejo de construção de critérios claros, objetivos e matemáticos (HAAS; MEIXNER, 2005). No entanto, a tomada de decisão é, em sua totalidade, um processo mental cognitivo resultante da seleção do curso mais adequado de ação, baseado em critérios tangíveis e intangíveis (SAATY, 2009) arbitrariamente escolhidos por quem toma a decisão (VARGAS, 2010). Esta análise parte da utilização de critérios baseados nas propriedades da visão do produto citadas por Benassi (2013) e uma análise comparativa (AHP) entre os métodos. Pretende-se com os resultados obtidos, avaliar se esta análise com base nos critérios adotados pode auxiliar na escolha de métodos para construção da visão produto. A estruturação do problema foi realizada a partir do Software Superdecision, conforme estrutura hierárquica mostrada no ANEXO D. A estruturação hierárquica do problema, para comparação entre os métodos para a criação da visão do produto, permitiu considerar as propriedades da visão do produto, como atributos, permitindo comparar os métodos para criação da visão, conforme descrito na citação de Rosas e Silva (2007, p. 40):

> A parte mais criativa de tomadas de decisão que tem efeito significante no resultado é a modelagem do problema. No método AHP, um problema é estruturado como hierarquia e, posteriormente, sofre um processo de priorização. Saaty (1991) explica que priorização envolve explicitar julgamentos de questões de dominância de um elemento sobre outro quando comparados a uma prioridade. Assim, afirma que o princípio básico a se seguir na criação dessa estrutura é sempre tentar responder a seguinte questão: posso comparar os elementos de um nível abaixo usando alguns ou todos os elementos no próximo nível superior como critérios ou atributos dos elementos do nível inferior?

Com base nisto entendesse que a utilização da AHP pode auxiliar na tomada de decisão para escolher de um método para a criação da visão do produto. Entretanto, ISHIZAKA (2009, p. 207) elenca situações que dificultam sua aplicação e que foram

levadas em conta para se estabelecer as premissas deste estudo. Dentre estas limitações destacam-se: problemas de estruturação, onde critérios com grande número de subcritérios obtém maior peso se comparado a critérios menos detalhados, razão da adoção de apenas um nível de critérios (propriedades) e cluster. Comparações "par a par", envolvem tomadas de decisões subjetivas de acordo com a visão de cada avaliador, no estudo as variáveis adotadas foram constritas ao modelo proposto por Benassi, pois de acordo com Harker (1987), aumentar o conjunto de critérios não necessariamente traria maior segurança a escolha do modelo. Segundo este, a ferramenta de análise de decisão deveria ajudar no processo decisório e não ser um processo em si mesmo, com um conjunto amplo de critérios. E por fim, as escalas de julgamento, não sendo consenso na academia qual fator de ponderação atribuir aos respectivos critérios.

4. RESULTADOS

Considerando que a AHP deve ser realizada através de comparações par a par, as análises tiveram início atribuindo-se pontuações entre as propriedades escolhidas como critérios. Esta pontuação segue a escala de pontuações da AHP, utilizada no julgamento da importância relativa de elementos na análise pareada, conforme proposto por Saaty (1991), descrita no ANEXO E. Dessa forma, pretendia-se obter uma ponderação entre os critérios de análise, ou seja, entre as propriedades da visão. Posteriormente foi realizada a comparação entre os diferentes métodos frente a cada critério.

4.1 Comparação entre critérios

Nas avaliações iniciais considerando-se a relevância entre as propriedades citadas anteriormente frente à Visão do Produto, obtiveram-se as seguintes ponderações:

Alinhada com a estratégia x Coletivamente: O alinhamento com a estratégia da empresa, recebeu uma pontuação maior por considerar-se que o alinhamento com a estratégia e a relação mais próxima da alta gestão com as equipes de projeto, permite a melhor compreensão da perspectiva de cada um, possibilitando apresentar ideias e soluções para o projeto, visando atender as necessidades dos clientes, permite definir mais claramente os atributos desejáveis do projeto. Já "Coletivamente" partiu-se do pressuposto que ambos, alta gestão da empresa e equipes de projeto, devam ter acesso a visão do produto, permitindo troca de informações em ambiente que propicie uma maior interação entre todos, estimulando a troca de ideias e sugestões uma vez que todos estejam cientes da visão

definida, e essas interações devem permitir sua atualização, deixando-a flexível ao ponto de ser ajustada de acordo com seu grau de inovação ou ainda por incertezas tecnológicas ou de mercado. Entendesse ser mais importante estar mais alinhada com a estratégia, porém não deixar de ser flexível e aberta a oportunidades que possam surgir, adequando a visão, visto que incertezas tecnológicas e de mercado, podem alterar a estratégia da empresa.

Alinhada com a estratégia x Concisa: Entendesse que o "alinhamento com a estratégia" da empresa já exista, e que nenhum projeto deva ter início sem um alinhamento prévio. Assim a propriedade "Concisa", cuja comunicação e a síntese das informações essenciais do projeto devem estar disponíveis em uma única base, onde a visão do projeto está representada claramente e visualmente, o conhecimento tácito sobre os conceitos de produtos e as ideias, facilitando a tomada de decisões e influência positivamente no resultado do projeto, torna-se mais relevante.

Alinhada com a estratégia x Desafiadora: Entendesse também que o "alinhamento com a estratégia" da empresa já exista, e que nenhum projeto deva ter início sem um alinhamento prévio. Assim a propriedade "Desafiadora", que utiliza de metáforas para criar a visão do produto, fomenta a criatividade da equipe de projeto, tornando-a intuitiva, por meio de símbolos a compreensão de pessoas com níveis de entendimento distintos, pois esta relação de semelhança entre objetos distintos (analogia) pode ajudar a converter o conhecimento tácito em explícito. Neste sentido mantém o desafio ao surgimento de novas tecnologias, mantém-se aberta novas oportunidades, mas não deixa de lado a estratégia da empresa, ou seja, mantém a preocupação com a conexão do projeto/novo produto com o mercado e também com a geração de caixa para a empresa.

Coletivamente x Concisa: Ambas são relevantes e têm fatores importantes para a visão do produto de um modo equilibrado. "Coletivamente" todos os níveis da organização desde a alta gestão da empresa e equipes de projeto, devem ter acesso a visão do produto, troca de informações num ambiente que favoreça a interação e estimule a troca de ideias e sugestões, de modo que a visão possa ser ajustada de forma flexível. Passa pela forma "Concisa", como a comunicação e a síntese das informações essenciais do projeto devem estar disponíveis numa única base, onde a visão do projeto está representada claramente e visualmente o conhecimento tácito sobre os conceitos de produtos e as ideias, facilite a tomada de decisões e influencie positivamente no resultado do projeto.

Coletivamente x Desafiadora: Como a propriedade "Desafiadora", que através de metáforas cria a visão do produto, fomenta a criatividade da equipe de projeto, tornando-a intuitiva, por meio de símbolos a compreensão de pessoas com níveis de entendimento distintos, pois esta relação de semelhança entre objetos distintos (analogia) pode ajudar a converter o conhecimento tácito em explícito. Entendimento facilitado pela utilização de metáforas que em seguida são analisadas por analogias (aspectos contraditórios) que resultam em um modelo real que terá como conteúdo o conhecimento explícito a ser difundido na organização. Aqui foi considerada a propriedade "Coletivamente" mais relevante, onde todos os níveis da organização desde a alta gestão da empresa e equipes de projeto, devem ter acesso a visão do produto, a troca de informações num ambiente que favoreça a interação e estimule a troca de ideias e sugestões.

Concisa x Desafiadora: A "Desafiadora" é que mantém o desafio através das metáforas e analogias, na criação da visão do produto, fomentando a criatividade da equipe de projeto, tornando-a intuitiva, por meio de símbolos a compreensão de pessoas com níveis de entendimento distintos, facilitado pela utilização de metáforas que em seguida são analisadas por analogias (aspectos contraditórios) que resultam em um modelo real que terá como conteúdo o conhecimento explícito a ser difundido na organização. Apesar de todo o desafio, a tradução das metáforas e analogias deve preservar a concisão das informações disponíveis a empresa, garantindo a comunicação e a síntese das informações essenciais do projeto.

4.2 Comparação entre métodos

Na sequência das análises foram comparados os métodos para criação da visão escolhidos neste trabalho, frente as propriedades da visão, obtendo os seguintes resultados: **Alinhada com a estratégia:** Foi percebido que o PVMM se mostra muito mais alinhado com a estratégia da empresa do que os demais métodos. Verifica-se isso no seu processo para criação da visão do produto onde informações relacionadas a estratégia de mercado devem ser identificadas e relatadas. Entre os demais métodos, o VC mostra-se mais alinhado a estratégia do que o ViP, pois parte de análises PESTE (Política, Econômica, Social e Tecnológica) para a criação de cenários futuros para o novo produto.

Coletivamente: Percebe-se na análise frente aos métodos, que o método ViP mostra-se mais "Coletivamente" mais relevante frente aos demais. Lembrando que "Coletivamente", falamos onde todos os níveis da organização desde a alta gestão da empresa e equipes de

projeto, devem ter acesso a visão do produto, troca de informações num ambiente favorável a interação, estimulando a troca de ideias e sugestões. Neste caso o processo do ViP, apresenta pontos essenciais, onde para projetar deve-se analisar as possibilidades atuais e futuras, ao invés de resolver um problema atual. Além disso, produtos são formas de agir, interagir e se relacionar, aqui ressalta-se o "Coletivamente". É a partir das relações com as pessoas que os produtos ganham sentido. Essa interação é o foco do ViP. A interação é determinada a partir do contexto para o qual ela foi desenvolvida.

Concisa: Percebe-se mais uma vez destaque ao método do PVMM por apresentar no seu processo fortemente a propriedade "Concisa", cuja comunicação e a síntese das informações essenciais do projeto devem estar disponíveis e em uma única base, onde a visão do projeto está representada claramente e visualmente o conhecimento tácito sobre os conceitos de produtos e as ideias, facilitando a tomada de decisões e influência positivamente no resultado do projeto, torna-se mais relevante. O mesmo não se percebe nos demais métodos, apesar do VC parecer mais estruturado nos seus 5 passos do que o ViP.

Desafiadora: Nesta avaliação o ViP parece ter a propriedade "Desafiadora" mais marcante do que nos demais métodos. Procura manter o desafio através das metáforas e analogias, na criação da visão do produto, fomentando a criatividade da equipe de projeto, tornando-a intuitiva, por meio de símbolos a compreensão de pessoas com níveis de entendimento distintos, facilitado pela utilização de metáforas que em seguida são analisadas por analogias (aspectos contraditórios) que resultam em um modelo real que terá como conteúdo o conhecimento explícito a ser difundido na organização.

5. CONCLUSÕES

Este artigo proporciona a visualização da análise comparativa entre 3 (três) modelos de estruturação da visão do produto, para um novo produto, com base nas correlações destes com as propriedades da visão do produto, nomeadas em "agrupamentos" como proposto por Benassi (2013). Modelando estas comparações por meio do método AHP, desenvolvido por Saaty (1980), encontra-se por meio do julgamento do autor aos pesos atribuídos as alternativas, equivalente aos modelos e aos critérios equivalentes aos agrupamentos referente as propriedades da visão (vide ANEXO F). É importante considerar que, como todo processo de decisão, os julgamentos foram realizados pelo

autor, que pode ter contato com as teorias das metodologias de definição da visão. O autor não tem conhecimento da prática da aplicação dessas metodologias, o que se torna uma das limitações desse trabalho. De forma geral, podemos afirmar que a metodologia que proporciona maior aderência com os critérios adotados é o PVMM. Um dos motivos que pode ter contribuído para o melhor resultado do PVMM é que este foi construído como metodologia específica para a definição da visão, enquanto que o ViP e o VC são metodologias propostas para todo o processo de desenvolvimento do produto. Observa-se no ANEXO F, que o "PVMM" apresenta-se como melhor modelo as premissas adotadas neste estudo, e que o agrupamento baseado no critério "Concisa" obteve o melhor desempenho dentre os critérios pares. Estes resultados indicam maior robustez do PVMM ao enquadramento da propriedade concisa e alinhada com a estratégia, mostrando-se mais consistente ao desenvolvimento de produtos com escopo mais claro e advindo de premissas preestabelecidas, contrariamente ao VC e ao ViP que apresentaram resultados melhores aos critérios desafiadora e coletivamente, mostrando-se mais aplicados a projetos de desenvolvimento de produtos com escopo mais amplo. O julgamento discutido previamente sem a aplicação do AHP, já orientava para tal resultado, contudo, a aplicação do AHP viabilizou a quantificação dos resultados em respostas mais coerentes que sem a sua adoção. A avaliação pautou-se em um estudo prévio dos artigos base dos modelos neste apresentado à luz das propriedades propostas por Benassi, foram pontuadas individualmente as respostas às comparações, mas não expuseram até o fim da avaliação para que não ocorressem respostas viesadas. Ao fim do levantamento os pesos foram comparados e verificaram-se as respectivas inconsistências. Posteriormente foi estabelecido o ranking dos modelos aos critérios adotados, embora estes critérios apresentassem altíssima subjetividade à avaliação individual de cada julgador, o AHP permitiu julgamentos coerentes e que ratificaram as percepções subjetivas dos julgadores. A aplicação do processo de hierarquização multicritério foi facilitada por meio do software utilizado, que embora não possua um layout o amigável, uma vez familiarizado com suas funcionalidades a ferramenta mostrou-se versátil e adequado ao projeto proposto, permitindo com que o usuário possa valer-se destes resultados e critérios estabelecidos para escolha de um dos métodos para a construção da visão do produto. O estudo limitou-se a discutir 3 (três) modelo de concepção da visão, sendo totalmente plausível o avançar da pesquisa por meio de novos estudos com a inserção de outras variáveis e modelos de acordo com a necessidade em tela.

REFERÊNCIAS

AMARAL, D. C.; CONFORTO, E. C.; BENASSI, J. L. G.; ARAUJO, C. Gerenciamento ágil de projetos: aplicação em produtos inovadores. São Paulo: Saraiva, 2011.

BENASSI, J. L. G. Proposta de método para a criação da visão do produto no gerenciamento ágil de projetos de desenvolvimento de produtos. São Carlos: USP, 2013.

FERREIRA JUNIOR, L. D.; BENASSI, J. L. G.; AMARAL, D. C. Kansei Engineering na Gestão Ágil de Projetos de novos produtos: potencialidades e desafios. Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas, 2011.

HARKER, P.T., Incomplete pairwise comparisons in the analytic hierarchy process, Mathematical Modelling. Volume 9, Issue 11, 1987.

ISHIZAKA, A.; LABIB, A. Analytic hierarchy process and expert choice: Benefits and limitations. OR Insight, 22(4): p. 201-220. 2009. Disponível em: <http://port.ac.uk/research/pbsmeansbusiness/events/eventarchive/eventresources1file,125680, en.pdf>, Acesso em: 24 de julho de 2014.

LEPPIMÄKI, S.; LAITINEN, J; MERISTÖ, T.; TUOHIMAA, H. Visionary Concept: Combining Scenario Methodology with Concept Development. Disponível em: <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/innorisk/WF2008_Volume_Leppimaki.pdf>, Acesso em: 08 de junho de 2014.

LIN, C.; LUH, D. A vision-oriented approach for innovative product design. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034608000840>, Acesso em: 08 de junho de 2014.

LLOYD, P; HEKKERT, P.; VAN DIJK, M. ViP – Vision in Product - The warm bath. 2006. Disponível em: <http://bluehaired.com/corner/wp-content/uploads/2008/10/vip-booklet.pdf>, Acesso em: 04 de junho de 2014.

NONAKA, I. A empresa criadora de conhecimento. In: Harvard Business Review. Gestão do conhecimento. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

ROSAS E SILVA, D. M. Aplicação do Método AHP para Avaliação de Projetos Industriais. Rio de Janeiro: PUC-RJ, 2007.

SAATY, T. L. The Analytic Hierarchy Process. Nova Iorque, EUA: McGraw-Hill, 1980.

SAATY, T. L. Método de análise hierárquica. São Paulo: McGraw-Hill Publisher, 1991.

ANEXOS

ANEXO A – Definições de Visão do Produto

Autor(es)	Definições
Schwaber e Beedle (2002) apud Pichler (2010)	Sketch que representa a essência do produto futuro, funcionando como uma meta global e guiando as pessoas envolvidas no projeto, isto é, consumidores, usuários, gerência, time de desenvolvedores e outros stakeholders.
Crawford e Di Benedetto, (2003)	Clareza de direções, metas e objetivos para o desenvolvimento de um produto dentro de uma equipe.
Highsmith, (2004)	Descrição expandida do que o produto pode se tornar. Além disso, a visão serve também para limitar as suas características.
Tessarolo (2007)	Habilidade da empresa em definir objetivos claros e estratégias bem organizadas para o processo de desenvolvimento e compartilhar esses objetivos e estratégias com todos os envolvidos no desenvolvimento.
Chen, Chang e Lin, (2010)	Declaração clara da direção e das metas dos mecanismos que habilitam a integração da companhia para rapidamente desenvolver novos produtos e assegurar que o progresso fique de acordo com o cronograma.
Pichler (2010)	Idem a Schwaber e Beedle (2002).
Brown e Eisenhardt, (1995)	Significa mesclar competências da empresa (ex: habilidades individuais técnicas, de marketing e outras) e estratégias com a necessidade de mercado (ex: preferências de clientes, estilos e custos) para criar um conceito efetivo de produto.
Amaral et. al. (2011)	Descrição de alto nível, isto é sucinta e preferencialmente gráfica de um produto que ainda não existe e que deverá ser desenvolvido em um projeto. Essa visão pode conter as seguintes dimensões: forma, função, possíveis estados, módulos e a interface entre eles, requisitos e metas.

Fonte: BENASSI (2013, p. 92)

ANEXOS

ANEXO B – Propriedades da Visão

Propriedades da visão	Descrição	Principais fontes
Clara	A clareza da visão normalmente é associada à capacidade em representar visualmente o conhecimento tácito crítico sobre conceitos de produtos complexos e ideias, que facilita a tomada de decisões e influência positivamente no resultado do projeto	Lynn e Akgün (2001); Highsmith (2004); Pichler (2009); Lange e Hehl-Lange (2010); Yap, Ngwenyama, Oseibryson, (2003)
Concisa	A concisão está relacionada à capacidade de comunicar e sintetizar as informações essenciais do projeto em uma base única.	Idem anterior.
Priorizadora	A visão apresenta ideias e princípios de soluções para o problema do projeto e consequentemente atendimento das necessidades dos clientes. Neste sentido verifica-se que a priorização é útil na eliminação de conflitos entre atributos desejáveis do produto.	Pichler (2010)
Alinhada com estratégia	O alinhamento da visão com a estratégia da empresa proporciona um estreitamento de relacionamento entre a alta administração e os membros da equipe de projeto fazendo com que cada grupo possa compreender melhor a perspectiva do outro.	Laitinen et al. (2008).
Metafórica	A utilização de metáforas na visão proporciona a ampliação das perspectivas dos envolvidos e consequentemente fomenta a produção criativa. Além disso, a metáfora torna intuitiva, por meio de símbolos a compreensão de pessoas com níveis de entendimento distintos.	Kensing e Madsen (1991); Nonaka, Takeuchi (1995).
Análoga	A relação de semelhança entre objetos distintos (analogia) pode ajudar a converter o conhecimento tácito em explícito. O entendimento é facilitado pela utilização de metáforas que em seguida são analisadas por analogias (aspectos contraditórios) que resultam em um modelo real que terá como conteúdo o conhecimento explícito a ser difundido na organização.	Nonaka, Takeuchi (1995), Säde (1999).
Acessível	O acesso à visão deve ser facilitado de modo que possa existir um espaço (físico ou virtual) de troca de informações para aumentar o envolvimento entre todos os que serão afetados. A acessibilidade ajuda também na criação de ambiente que estimula sugestões e ao mesmo faz com que todos os envolvidos estejam cientes da visão.	Lange e Hehl-Lange (2010); Haine (2008).
Flexível	A flexibilidade está associada à possibilidade de atualização e correção da visão (com auxílio dos clientes) proporcionada pelas iterações do projeto. Projetos com alto grau de inovação, que são permeados por incertezas tecnológicas e de mercado requerem a capacidade de adaptação proporcionada pela flexibilidade.	Highsmith (2004); Lynnm, Akgün (2001); Thomke e Reinertsen (1998)

Fonte: Adaptado de BENASSI, FERREIRA JUNIOR e AMARAL (2011)

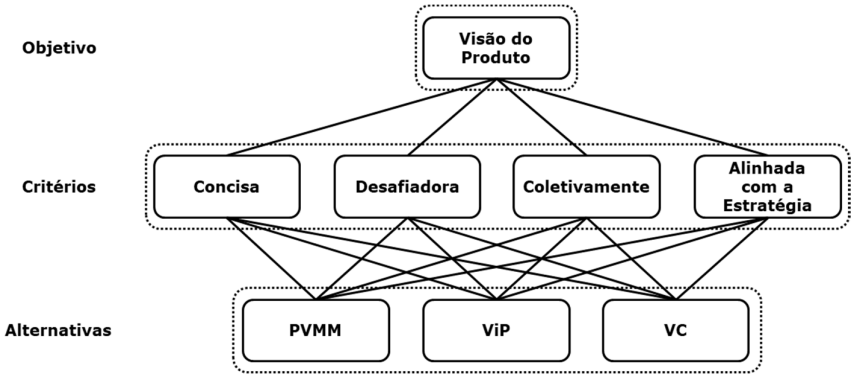
ANEXOS

ANEXO C – Correlação entre termos da definição e as propriedades da visão do produto

Agrupamento	Propriedades
Concisa	Clara/concisa
Desafiadora	Metafórica/análoga
Coletivamente	Acessível/flexível
Alinhada com a estratégia	Alinhada com estratégia/priorizadora

Fonte: Adaptada da tese de BENASSI (2013)

ANEXO D – Estrutura Hierárquica do Problema



ANEXOS

ANEXO E - Escala de comparações da AHP, utilizada no julgamento da importância relativa de elementos na análise pareada, conforme proposto por Saaty (1991)

Intensidade de Importância	Definição	Explicações
1	Importância igual	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Pequena importância de uma sobre a outra	O julgamento favorece levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande	O julgamento favorece fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande	O julgamento favorece muito fortemente uma atividade em relação à outra.
9	Importância absoluta	Mais alto grau de certeza de favorecimento de uma atividade sobre a outra.
2,4,6,8	Valores intermediários entre julgamentos	Condição intermediária entre as duas definições.

Fonte: adaptado de Saaty (1991).

ANEXO F – Comparação das Propriedades da Visão do Produto frente aos métodos analisados

Name	Normalized by Cluster	Limiting
PVMM	0.60099	0.300495
VC	0.20032	0.100158
ViP	0.19869	0.099347
Visao do Produto	0.00000	0.000000
Alinhada com a estrategia	0.24097	0.120485
Coletivamente	0.16146	0.080732
Concisa	0.52693	0.263466
Desafiadora	0.07063	0.035316

APÊNDICE

APÊNDICE A - RESULTADOS QUANTITATIVOS

Realizando os testes comparativos dos modelos pelo Software Superdecision, frente aos agrupamentos, obtêm-se os seguintes resultados quantitativos:

Ao PVMM foi atribuída maior importância que o VC na propriedade (agrupamento) “Alinhamento com a estratégia” obtendo peso 7. Confrontando o PVMM com o VC neste mesmo agrupamento, o primeiro alcança peso 8, e por fim da comparação do VC com o VIP, o VC se mostra mais consistente e recebe peso 7 na avaliação.

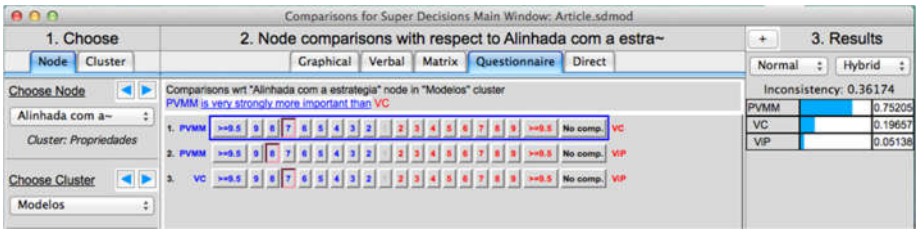


Figura 6 - Comparação entre os métodos, considerando o agrupamento “Alinhada com a estratégia”

No agrupamento “coletivamente” observa-se uma inversão ao padrão de atribuições de pesos adotados no agrupamento “alinhamento com a estratégia”, sob os mesmos modelos. Em que o VC obtém peso 5 em face do PVMM, o ViP chega a 7 no comparativo com o PVMM e o ViP se destaca no comparativo com o VC recebendo peso 4 no último comparativo.

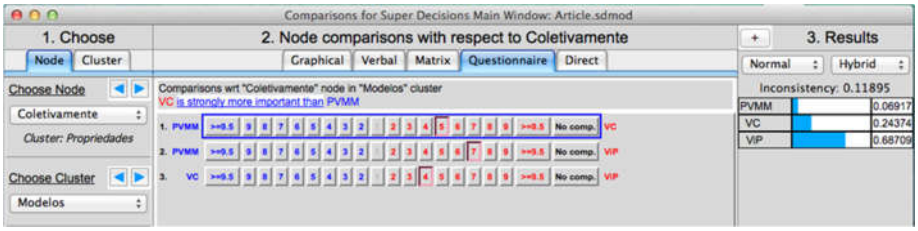


Figura 7 - Comparação entre os métodos, considerando o agrupamento “Coletivamente”

A luz do agrupamento “concisa”, o PVMM e o VC se mostraram mais consistentes nos pesos obtidos, dos quais o PVMM alcança 7 no confronto com o VC, e 9 se comparado ao ViP. Findando-se na comparação do VC com o ViP, o VC alcança peso 6 de resultado.

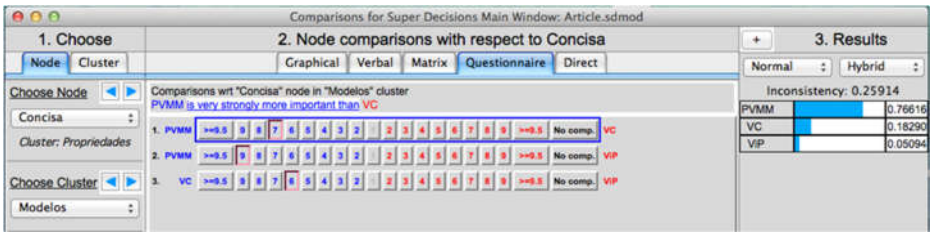


Figura 8 - Comparação entre os métodos, considerando o agrupamento “Concisa”

Na análise do último nó no agrupamento “desafiadora”, os modelos ViP e VC receberam pesos melhores que o PVMM. Tendo o VC obtido peso 5 no comparativo com o PVMM, já o ViP em confronto com o PVMM alcança peso 6. E na comparação final o ViP supera o VC com peso 4 em importância comparativa.

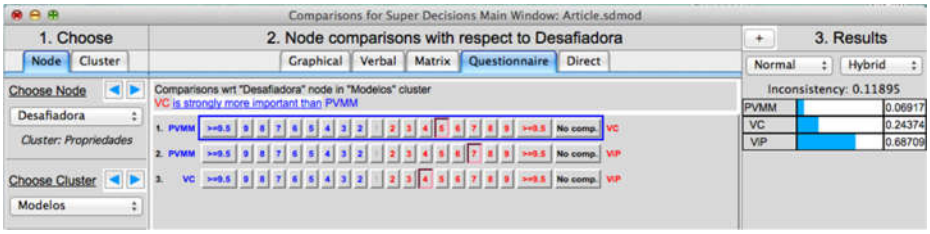


Figura 9 - Comparação entre os métodos, considerando o agrupamento “Desafiadora”

USO DE SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO (ERP) EM SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE (SGQ)

Luciene Cristina Chiari Déo[1]
Alfredo Colenci Neto[2]
Paulo José Rodolpho[3]

RESUMO

Com a internacionalização do comércio e a preocupação em atender às demandas do mercado, as empresas iniciaram a popularização de sistemas tipo ERP (*Enterprise Resource Planning*) em que todos os recursos podem ser planejados e controlados. Considerando-se este contexto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar fatores que interferem na aplicação de Sistemas Integrados de Gestão (ERP) como ferramenta de acompanhamento do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ). Para isto, definiu-se como objetivos específicos identificar os principais métodos utilizados no monitoramento do SGQ e analisar quais fatores determina sua escolha, em particular como estes fatores contribuem para a decisão do uso do ERP. De forma geral, ERP é apresentado como "solução" para a maioria dos problemas empresariais, mas ele é limitado por aspectos de custo, cultura organizacional, tamanho da empresa e as necessidades da organização em monitorar o SGQ conforme os requisitos da ISO 9001:2015.

Palavras-chave: Sistema Integrado de Gestão (ERP). Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ). Monitoramento SGQ.

1. INTRODUÇÃO

As empresas atuam em ambiente complexo, com constantes mudanças tecnológicas e alterações nos padrões de exigências dos consumidores. Este cenário faz com que elas tenham que se adaptar constantemente para não perderem espaço no mercado. Por isso, faz-se necessário desenvolver e implantar instrumentos tecnológicos e gerenciais que promovam vantagens competitivas consistentes para distinção positiva frente a concorrentes diretos. A integração dos sistemas de gestão empresarial e de qualidade ocorre principalmente durante o planejamento estratégico das organizações.

[1] Graduada em Gestão Empresarial no Centro Estadual de Tecnologia Paula Souza (FATEC – São Carlos) – professora na Faculdade de Tecnologia e Escola SENAI Antonio Adolpho Lobbe. E-mail: luciene.deo@sp.senai.br
[2] Doutor em Engenharia de Produção na Universidade de São Paulo (USP) – professor no Centro Estadual de Tecnologia Paula Souza (FATEC – São Carlos). E-mail: alfredo.colenci@gmail.com
[3] Mestre em Engenharia Mecânica na Universidade São Paulo (USP) – professor na Faculdade de Tecnologia e Escola SENAI Antonio Adolpho Lobbe. E-mail: Paulo.rodolpho@sp.senai.br

No entanto, apesar de atuarem simultaneamente em uma organização, estes sistemas encontram-se separados quando da aplicação de softwares para a sua gestão. A aplicação de ERP para a realização de monitoramento do SGQ é pouco utilizada devido a fatores que podem ter origem na cultura da organização ou nos custos envolvidos (SANTANA, 2004).

Considerando este panorama, o tema do trabalho está relacionado à área de software integrado de gestão, os ERPs, e Sistema de Gestão da Qualidade no que diz respeito às maneiras de realização de seu monitoramento, desde documentos que o compões até controle e acompanhamento de não-conformidades encontradas em auditorias. Procurou-se identificar, de forma qualitativa, razões que levam à tomada de decisão pelos gestores da área de Qualidade sobre qual ferramenta deve ser utilizada considerando o contexto da organização.

Desta forma, se for considerado o cenário exposto, o objetivo deste estudo é avaliar fatores que interferem na aplicação de sistemas integrados de gestão (ERP) como ferramenta de acompanhamento do sistema de gestão da qualidade (SGQ). Para esta análise, têm-se como objetivos específicos: (a) identificar principais métodos utilizados no monitoramento do SGQ; e (b) analisar quais fatores determinam a escolha do método, em particular como estes fatores contribuem para a decisão do uso do ERP.

A coleta de dados ocorreu com (a) aplicação de questionário e (b) entrevista estruturada. O questionário foi respondido por indivíduos que monitoram SGQ utilizando diferentes métodos. Já a entrevista estruturada ocorreu com a participação dos responsáveis pela SGQ de duas empresas situadas na cidade de São Carlos – SP.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O mundo move-se em direção a uma nova ordem econômica em que fatores ambientais, organizacionais e tecnológicos criam um contexto de negócios altamente competitivo e no qual os clientes tornam-se cada vez mais importantes. Esses fatores podem mudar muito rapidamente e de forma imprevisível gerando pressões diversas sobre as empresas. Em consequência, elas precisam reagir com rapidez por meio de ações cuja natureza é o aumento da produtividade, o aumento da qualidade, a busca de vantagens competitivas, a formulação de novas estratégias, o redesenho de negócios, a melhoria do processo de tomada de decisão, a melhoria do relacionamento com o cliente e a melhoria do acesso a informações. Assim, o sistema adotado para administrar os

processos de uma organização é fundamental para a tomada de decisão na busca pela competitividade em mercados cada vez mais especializados.

Devido justamente ao aumento da competitividade, mudanças das demandas de clientes e avanços da tecnologia, os últimos 50 anos foram marcados por grandes mudanças na gestão. Neste período ocorreu grande desenvolvimento tecnológico em termos de máquinas, sistemas de informações, automação, entre outros. Também foi possível realizar controle mais eficiente das operações, além das transformações relativas às novas filosofias, conceitos e métodos de gestão. As organizações buscam então utilizar sistema de administração cada vez mais desenvolvido que permita tomada de decisão baseada em informações acuradas para aumento da competitividade.

Uma organização será competitiva se (a) conquistar mercados e (b) reduzir desperdícios. Em (a) é preciso atender aos requisitos dos clientes, pois se eles estiverem satisfeitos ocorre faturamento, boa reputação, novos pedidos, resultados para a empresa, empregos e remuneração para os funcionários. Já em (b) ocorre a busca pela diminuição dos custos originados pela não qualidade. Para tratar destes dois aspectos, as organizações utilizam Sistema de Gestão da Qualidade para dar suporte a estratégias que permitam alcançar de forma eficaz estes dois objetivos (FABRIS, 2014).

Segundo Carpinetti e Gerolamo (2016), os sistemas de gestão, em particular da Qualidade, tornaram-se importantes devido à evolução de conceitos e práticas nas últimas décadas de tal modo que ela pode ser entendida como uma estratégia competitiva. Outra forma de aumentar a competitivo é adotar ERPs no gerenciamento.

Sistema ERP significa Planejamento dos Recursos da Empresa. Ele fornece rastreamento e visibilidade global da informação de qualquer parte da organização e de sua cadeia de suprimento. Esses sistemas, também chamados no Brasil de Sistemas Integrados de Gestão Empresarial, controlam e fornecem suporte aos processos operacionais, produtivos, administrativos e comerciais. Todas as transações realizadas devem ser registradas para que as consultas extraídas do sistema possam refletir a realidade da empresa (SCHMITT, 2004).

Pode-se dizer que o ERP é um sistema integrado que possibilita fluxo de informações único, contínuo e consistente sob uma única base de dados. Assim, torna-se instrumento para melhoria de processos de negócios como produção, compras ou distribuição com informações *online* em tempo real. Em suma, o sistema permite visualizar por completo as transações efetuadas pela empresa, desenhando um amplo cenário de seus negócios.

A introdução de sistemas ERP tem enorme impacto nas operações que são realizadas diariamente em uma organização e são atraentes porque, além de unificar informações, surgiram como promessa de resolver problemas de integração, disponibilidade e confiabilidade de informações ao incorporar em um único sistema as funcionalidades que suportam diversos processos de negócios em uma empresa (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2008).

É importante lembrar que mesmo o ERP sendo dividido por módulos, os dados são armazenados de forma única independente do módulo acessado. Isso ocorre porque um dos objetivos do ERP é organizar o trabalho na empresa aplicando regras de negócios e parâmetros definidos para atender processos e tarefas diárias da organização. Apesar desta característica, segundo pesquisa realizada pela empresa de consultoria americana *Aberdeen Group*, estima-se que apenas 27% das funcionalidades disponíveis no software ERP são utilizadas (CASTELLINA, 2012).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos resultados obtidos nos questionários e entrevistas, foi possível identificar as ferramentas utilizadas no monitoramento do SGQ, inclusive ERP. Foram preenchidos 31 questionários por profissionais que se declararam analistas, gerentes, diretores, coordenadores e representante da direção (cargo este que não existe mais na versão 2015 da ISO 9001). Foram respondidas 10 questões sobre quais ferramentas são utilizadas para monitoramento do SGQ, ERP utilizado e quais módulos estão implantados, além de comentários sobre o uso do ERP no SGQ. As áreas de atuação destes profissionais foram (entre parênteses está o número de vezes mencionada): construção civil (4), médica hospitalar (2), embalagem papelão ondulado (1), serviços de inspeção (1), estamparia (2), materiais elétricos (4), consultoria empresarial (2), plástico (3), *fitness* (1), laboratório de caracterização e ensaio de materiais (1), eletromecânica (1), metalúrgica (6) e telecomunicações (3).

No Gráfico 1 são apresentados os dados a sobre os principais métodos utilizados no monitoramento do SGQ. O número entre parênteses acima de cada barra indica o número de vezes que cada método foi citado. Como o total é superior ao número de questionários respondidos (57 menções contra 31 questionários respondidos), isto indica que são utilizados simultaneamente mais de um método.

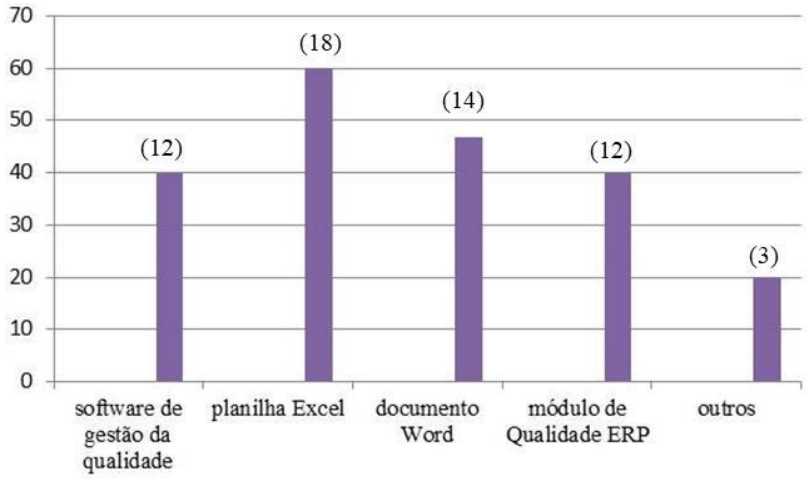


Gráfico 1 – Diferentes ferramentas utilizadas para acompanhamento do SGQ.

Isto ocorre devido às necessidades do sistema, histórico da empresa e hábitos dos usuários. Conforme é observado no gráfico, prevalece o uso da planilha do Excel (60%), seguido do documento do Word (46,7%) e empatados em terceiro lugar software de gestão da qualidade e módulo de qualidade do ERP (40%). Esta tendência deve-se em grande parte devido à facilidade de utilização pelo usuário e do relativo baixo custo dos programas que podem ser instalados em diferentes computadores, ou mesmo gratuidade das versões existentes como, por exemplo, BROffice.

A razão do seu uso reside também na disponibilidade de tecnologia. Quando os primeiros sistemas de gestão foram implantados, os controles eram feitos de maneira manual, com o preenchimento de formulários que depois eram manipulados para gerar relatórios que seriam passados para a gerência e/ou direção. Com o desenvolvimento de computadores pessoais e sua popularização nas empresas, planilhas e programas específicos ganharam cada vez mais espaço.

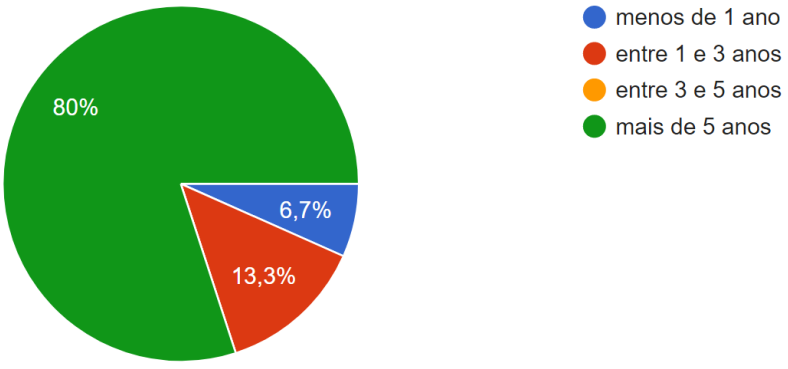


Gráfico 2–Tempo de utilização do SGQ pela organização.

Esta questão pode ser verificada pelas respostas dos entrevistados, pois ainda utilizam este recurso para o monitoramento do SGQ, mesmo que utilizem outros meios de forma paralela. Isto ocorre principalmente em empresas que possuem o SGQ implantado há mais de 5 anos, como demonstra o Gráfico 2. No entanto, este tipo de arquivo tem limitações no que diz respeito à integração com outros sistemas.

Já em relação ao uso do software específico de gestão, cada empresa adota aquele compatível com sua realidade. Existem diversos pacotes disponíveis no mercado, personalizados de acordo com as demandas do usuário. Este tipo de ferramenta acaba sendo mais acessível a diferentes clientes, pois segue o que determina a ISO 9001:2015. A maioria das empresas já está adaptada para esta nova versão, pois o prazo de transição da versão 2008 para a última encerra-se em setembro de 2018.

Os ERPs citados na pesquisa foram MicroSiga Protheus, Totvs, Visual, desenvolvido pela própria empresa, Hensan, SAP, Trade Plan, Useall, Sistema Web, Otimiza, Mobus para qualidade e Siecon ERP empresarial. No Gráfico 3 é apresentado o tempo de utilização destes ERP dos representantes das empresas que preencheram os questionários.

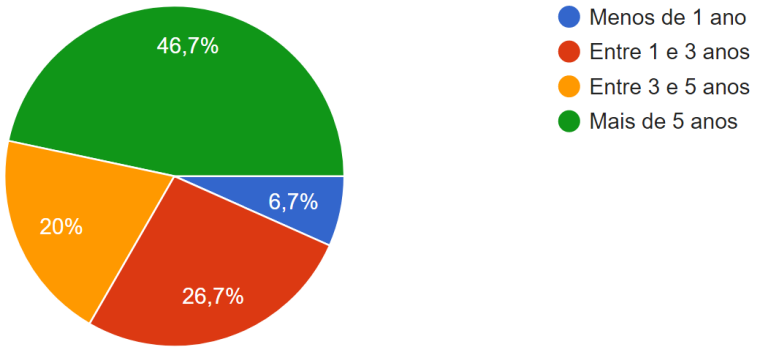


Gráfico 3 – Tempo de utilização do ERP pela organização.

No questionário foi lançada questão aberta sobre o uso de ERPs para gerenciamento do SGQ no que diz respeito à utilização, personalização, custo ou se é mais indicado o uso de outros *softwares*. Segundo a maioria das respostas, o uso do ERP pode auxiliar na integração das informações para os controles sobre como planejar lista mestra de documentos e controle de versão, custos com capacitação e projetos de treinamentos, alocação de recursos e previsão de demandas de treinamentos e até uso de ferramentas para dimensionamento de equipes de controles gerenciais e operacionais.

No entanto, ainda segundo respostas obtidas nos questionários, muitas empresas devido a custos e porte da empresa, preferem controles realizados em planilhas ou em *softwares* específicos para o SGQ. Além disso, dependendo o ERP que a empresa utiliza, não há facilidade de utilização para o apontador final que faz registro na produção, por exemplo. Isso se deve ao método utilizado para alimentação de dados no SGQ conforme especificações da organização. Para que o ERP consiga fazer este trabalho, necessita-se de sistemática voltada a sua implantação para estar integrado ao SGQ. Este fato depende em grande parte da maturidade do conhecimento dos processos por parte dos gestores das empresas do que necessariamente do sistema em si.

Geralmente, os *softwares* de ERP mais comuns carecem de soluções específicas para o SGQ apesar de serem altamente customizáveis. Nesse sentido, a empresa precisa de especialista em tecnologia da informação para personalizar o ERP e interligar informações de diversas áreas. Desta forma, segundo as respostas encontradas em 5 questionários, a migração para ERP depende da demanda do mercado e de profissionais que consigam personalizá-lo conforme as necessidades da organização para, por exemplo, ganhos na qualidade da informação, na análise de riscos, no mapeamento dos processos, na tomada de decisões e no alcance dos objetivos.

Assim, como mostra o Gráfico 4, a maior parte dos ERPs utilizados não foram adquiridos com o módulo referente à Qualidade, dando-se preferência a outras ferramentas de monitoramento.

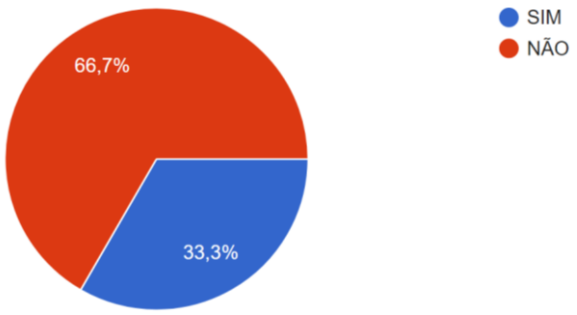


Gráfico 4 – Presença do módulo de qualidade no ERP.

As entrevistas ocorreram em duas empresas localizadas na cidade de São Carlos, sendo identificadas como A e B. Ambas são empresas multinacionais de grande porte. A primeira implantou o ERP SAP havia 5 meses e a empresa B foi pioneira no uso do mesmo ERP, utilizando-o há 8 anos.

Na empresa A, o SGQ é monitorado utilizando-se o software Lotus Notes (desde 2003), além de diferentes aplicativos para auditoria, não conformidades, auditorias internas, controle de documentos etc. Atualmente a empresa passa por migração para sistema em base web por enquanto somente informações referentes a recursos humanos, mas nos próximos meses toda a parte do SGQ também será transferida para esta base.

A empresa possui *softwares* para utilização no sistema integrado de gestão, sendo o principal o People Soft. No segundo semestre de 2017 ocorreu a transição para o ERP da empresa SAP, principalmente com módulos da área fiscal, compras, vendas, estoques. Não foi adquirido o módulo de qualidade.

Segundo o representante da empresa, caso não houvesse outros *softwares* já implantados, usaria com certeza o SAP devido sua integração com o fluxo de informação de gestão. No entanto, a direção da empresa no Brasil decidiu fazer a migração para web para monitoramento do SGQ e desenvolver software próprio para uso, e não o módulo SAP em parte devido aos custos e também devido ao fato de já terem o hábito do uso de outros sistemas.

Como dito anteriormente, a empresa B foi a primeira empresa brasileira a implantar o ERP da SAP, transformando-a em referencial para outras organizações. Apesar de o ERP estar em funcionamento há 8 anos, ainda são utilizados sistemas chamados de "satélites" que não conversam com o SAP. Muitas planilhas em paralelo também são utilizadas. Isso ocorre devido à facilidade inicial do uso de planilhas e da agilidade no seu preenchimento pelos operadores. Por outro lado, perde-se rastreabilidade e a segurança de informação no sistema. O SAP é utilizado 100% na área de finanças, planejamento, produção e manutenção. A empresa já tem como meta realizar a migração dos controles de produtos, processos e rastreabilidade para o ERP SAP até dezembro/2018.

A empresa é certificada junto a ISO 9001 desde a versão 2000 desta norma e está em processo de transição para a versão 2015. Segundo auditoria interna realizada recentemente, o processo está ocorrendo conforme o esperado, principalmente porque há o comprometimento da alta direção e dos líderes envolvidos. A ordem é de visão sistêmica e sinergia entre as áreas, para atendimento da visão estratégica da empresa que não pensa em somente implementar o SGQ, mas realmente utilizá-lo como forma de melhoria contínua do processo.

Em relação ao módulo específico de qualidade, a empresa possui o QM – *Quality Management* do SAP, mas não o utiliza em sua totalidade. Dá-se preferência

para os programas do pacote Office para controle de documentos em um portal de intranet e geração de documentos controlados em pdf. São utilizados *softwares* específicos conforme a área. Foi apresentado o exemplo de marketing, em que o Serviço de Atendimento ao Cliente (SAC) utiliza o sistema MC1 que gera planilha de Excel para tratamento das reclamações no que diz respeito à gestão de clientes. Sobre os fornecedores, por outro lado, não é utilizado nenhum sistema e sim planilha do Excel para mais de 3000 fornecedores. Isso se deve principalmente ao tamanho da empresa e tipo de matéria prima fornecida: são de pequeno porte e com muita variedade, o que permite que uma planilha consiga prestar o suporte necessário para o controle. Somente inspeção e recebimento utiliza o SAP.

Este cenário está em processo de mudança: a empresa vem buscando cada vez mais a simplificação e a padronização de processos e isso passa por utilizar o ERP SAP em maior número de situações. Na matriz é utilizado *software* de gestão da qualidade que é integrado com o SAP.

A Gestão de Novos Produtos (Desenvolvimento) é realizada utilizando-se *software* Fusion ECM, sistema web base, de fácil integração com o SAP. Todas as informações relacionadas à especificação de produto, matéria-prima e processo de desenvolvimento de novos produtos estão migrando para este *software*.

Outro software utilizado é o Prodwin na gestão da produção, pois fornece maior agilidade nos controles de produção se comparada à tela do programa SAP que é pesada para o usuário. Se fosse solicitada uma personalização para favorecer, por exemplo, a digitação de dados de produção, o custo se tornaria muito elevado, o que compromete sua aplicação. Desta forma, tomou-se a decisão de utilizar *softwares* auxiliares. O módulo QM é utilizado apenas 15 a 20% se comparado à totalidade da empresa, principalmente para o controle de especificações e controle de produto.

Com o avanço na área da tecnologia da informação, a computação teve papel importante no apoio às empresas no que diz respeito ao controle do fluxo de informações utilizando-se programas específicos desenvolvidos para planejar e controlar cada setor de conforme suas características, pois comunicação organizacional eficiente e eficaz é fundamental para a saúde da empresa.

Para o gerenciamento das operações referentes ao SGQ utiliza-se ERP. No entanto, foram identificados, nas entrevistas com os representantes das empresas A e B e nas respostas dos questionários, fatores que determinam a decisão de utilizar este sistema de gestão empresarial para acompanhamento das ações e processos que ocorrem

no SGQ. Um dos fatores apontados foi o custo elevado, pois incluem licenças de *software, hardware,* serviços de consultoria e treinamento, além de ajustes após a implantação (MENDES; ESCRIVÃO FILHO, 2002).

Esta questão do custo está atrelada à decisão corporativa de não utilizar o ERP devido às características da empresa. Como o projeto é amplo, muitas empresas temem perder de vista as motivações originais e naufragar diante das dificuldades encontradas. Muitos sistemas têm uma interface ruim com o usuário. Para solucionar esse problema, adota-se outro sistema com interface gráfica mais atraente que facilite o uso. Esta situação foi mencionada nas entrevistas.

Além disso, para a implantação de qualquer módulo do ERP, a corporação necessita repensar toda sua estrutura, o que a leva a buscar ajuda de profissionais especializados, elevando o investimento. O redesenho de processos e as mudanças organizacionais são essenciais para alcançar os objetivos. A empresa deve abandonar a estrutura organizacional hierarquizada e se basearem estruturas ancoradas em processos. A implantação não pode ser encarada como mudança de tecnologia e, sim, como um processo de mudança organizacional. Este quadro não é compatível com a necessidade de monitoramento do SGQ. Como visto nas respostas dos questionários, a maioria das empresas já possuíam a certificação ISO 9001 de processos e/ou produtos antes do uso do ERP e, por isso, não favorece a aquisição do módulo devido aos custos e também porque as empresas avaliam o ERP como controle de processos, por exemplo, contábeis, financeiros e de estoque e não para o SGQ, pois a tradição da organização já utiliza outros sistemas.

Para pequenas empresas, estes dois fatores combinados são ainda mais determinantes para a utilização de sistemas como planilhas, documentos gerados a partir de editor de texto, pois são mais baratos e suficientes para as demandas do sistema da organização. Quando da aquisição de ERP, não é considerada a aquisição do módulo da Qualidade, já que o sistema implantado funciona.

Mesmo com a alteração da versão da norma, a forma de monitoramento não mudará, mas sim a maneira de tratar o comprometimento da alta direção e a gestão de riscos, não como algo negativo, mas sim como melhoria de processo, lembrando a filosofia *kaizen*.

Sobre o uso de *softwares* de gestão da qualidade, é o preferido quando há a evolução de monitoramento por planilhas para um sistema em que ocorre mais facilmente a integração das informações. Isso se deve ao custo associado e porque

muitas empresas, principalmente aquelas que possuem departamento de Tecnologia da Informação (TI), preferem desenvolver seus próprios *softwares*. Desta forma, podem ser personalizados não somente para atender aos requisitos da ISO 9001, mas também às demandas internas da empresa.

Os questionários em que foi registrado o uso do ERP para o monitoramento do SGQ indicam como fator positivo a integração de informações e mais dinamismo. As empresas em questão possuem ERP e SGQ implantados a menos de 3 anos. Pode-se considerar a questão de investimento na área conforme o planejamento da organização, ou seja, o fator determinante para esta escolha foi a decisão da direção se for lembrado o custo associado à aquisição e manutenção do ERP.

O conhecimento detalhado de uma ferramenta propicia ao executivo embasamento real para aperfeiçoar sua aplicação. A questão como planejar e alocar recursos para empreendimentos dentro da empresa é o grande diferencial nos dias de hoje. Os objetivos, segundo Chiavenato (2000), constituem a mola mestra da administração, a focalização para onde devem convergir todos os esforços da organização, o ponto onde as coisas devem chegar. Desta forma, não basta apenas saber da existência de ferramentas para cogitar seu uso, mas sim ter a visão sistêmica da organização ao considerar fatores que impactam na tomada de decisão de qual seria a melhor maneira de fazer o acompanhamento dos sistemas que integram uma organização.

Percebe-se então que os fatores principais para a escolha do método de monitoramento do SGQ são:

a) cultura da organização: a missão, visão e valores da empresa afetam diretamente na forma como seus sistemas administrativos são implantados e quais ferramentas serão utilizadas para seu monitoramento. No caso específico do uso do ERP, deve-se enxergar este *software* não somente como mudança de tecnologia para tornar ágil monitoramento, mas sim como ponto de reflexão para redesenho de processos e mudanças organizacionais para atingir objetivos construídos nas metas da organização;

b) custos e acesso ao *software*: conforme o tamanho da organização e de suas necessidades, o uso de planilhas eletrônicas é considerado mais adequado comparado a aquisição de módulos específicos da Qualidade de ERP. Além disso, para acompanhamento de processos, as planilhas são interfaces mais amigáveis ao usuário se comparado ao uso do ERP, limitando o uso deste software.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi alcançado, pois foi possível avaliar os principais fatores que interferem na aplicação de ERP como ferramenta de acompanhamento SGQ. Foi possível identificar as ferramentas mais utilizadas para monitorar o SGQ e também analisar os principais fatores que determinam a escolha de determinando método, bem como os fatores que contribuem para o uso ou não do módulo de Qualidade do ERP.

Estas análises só foram possíveis devido à coleta de dados realizada. A metodologia escolhida de aplicação de questionário e entrevista estruturada permitiu que o objetivo deste trabalho fosse alcançado. Como sugestão para outras oportunidades seria a realização de entrevistas em organizações com diferentes visões do SGQ após a atualização da ISO 9001 para a versão 2015 com a questão de Gestão de Riscos, aspecto de alta relevância na nova versão, além da questão do envolvimento da Alta Direção das organizações.

Este fato leva então à principal contribuição deste estudo, pois apontou como a Cultura Organizacional determina em grande parte o uso das ferramentas, às vezes mais até que o processo a ser monitorado. Os indivíduos, a maturidade do SGQ e a visão da organização determinam como o Sistema Administrativo é conduzido, ou seja, o fator humano é determinante para a tomada de decisão sobre qual ferramenta a ser utilizada para monitoramento do SGQ.

Neste contexto, observou-se então que o uso do módulo de Qualidade do ERP é limitado por aspectos de custo, cultura organizacional (principalmente na cronologia de implantação do SGQ versus ao uso do ERP), tamanho da empresa e as necessidades de monitoramento do SGQ conforme os requisitos da ISO 9001 versão 2008 ou no processo de transição para a versão 2015.

REFERÊNCIAS

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro; GEROLAMO, Mateus Cecílio. **Gestão da qualidade ISO 9001:2015:** requisitos e integração com a ISO 14001:2015. São Paulo: Atlas, 2016.

CASTELLINA, Nick. **ERP Implementation and Training:** A guide to getting your business in gear. [s.l.]: Aberdeen Group, 2012. Disponível em: <http://acumenit.com/wp-content/uploads/2015/03/whitepaper5-Aberdeen-ERP-Implementation.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

CHIAVENATO, Idalberto. **Teoria Geral da Administração**: Rio de Janeiro, Campus, 2000.

CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu Gustavo Nogueira; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção:** MRP II/ERP. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

FABRIS, Caroline Bertinatto. **APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM UM PROCESSO PRODUTIVO EM UMA INDÚSTRIA DE RAÇÃO.** 2014. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/4327/1/MD_COENP_TCC_2014_2_03.pdf>. Acesso em: 14 out. 2017.

MENDES, Juliana Veiga; ESCRIVÃO FILHO, Edmundo. Sistemas integrados de gestão ERP em pequenas empresas: um confronto entre o referencial teórico e a prática empresarial. **Gestão & Produção,** São Carlos, v. 9, n. 3, p.277-296, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v9n3/14570.pdf>. Acesso em: 03 out. 2017.

SANTANA, Edilson Hélio. INTEGRAÇÃO ENTRE O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO ORGANIZACIONAL E O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. **Seminários em Administração FEA-USP.** São Paulo, p. 01-13. 11 ago. 2004. Disponível em: <http://sistema.semead.com.br/7semead/paginas/artigos recebidos/PGT/PGT13-_Integracao_entre_o_planej_estrategico_o.PDF>. Acesso em: 04 nov. 2017.

SCHMITT, Carlos Alberto. **Sistemas integrados de gestão empresarial:** uma contribuição no estudo do comportamento organizacional e dos usuários na implantação de sistemas ERP. 2004. 296 f. Tese (Doutorado em engenharia de produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86941>. Acesso em: 02 out. 2017.

UTILIZAÇÃO DE CBN E CERÂMICA NA USINAGEM DE AÇO ENDURECIDO PARA FABRICAÇÃO DE MOLDES DE LATA DE ALUMÍNIO

Luis Ricardo Kenji Ganiko[1]
Danilo de Jesus Oliveira[2]
Innocenzo Scandiffio[3]

RESUMO

Os moldes têm se tornado ferramentas essenciais para atender a demanda de produção em massa. O processo utilizado para a fabricação de um molde tem influência direta sobre o prazo de entrega, custo e qualidade do produto final. Um segmento que utiliza este tipo de ferramenta é o de produção de latas de alumínio para acondicionamento de bebidas. Anualmente, são utilizados mais de 2,6 milhões de toneladas de alumínio somente na fabricação de latas em todo o mundo (BNDES), com um volume de produção de 6 milhões de latas por dia. Para atender esta demanda, as empresas fabricantes de latas, buscam cada vez mais, fabricar o maior número de latas, mantendo o mesmo investimento com as ferramentas. Esse trabalho estudou o processo de torneamento de aço endurecido com o objetivo de determinar o melhor material de ferramenta de corte de metal, tendo como principais parâmetros o perfil geométrico, rugosidade, vida da ferramenta e dimensões finais do produto. As ferramentas utilizadas foram CBN e Cerâmica no processo de torneamento de aço M2, tratado termicamente com 62-64 HRc. Embora o investimento inicial em ferramenta tenha sido maior, as ferramentas de CBN apresentaram melhores resultados. O resultado do processo com utilização de CBN apresentou melhores dimensões, maior estabilidade geométrica, valores de rugosidade aceitáveis e maior vida da ferramenta.

Palavras-chave: Torneamento Endurecido, Cerâmica, CBN, aço M2.

1. INTRODUÇÃO

A usinagem em aços endurecidos com geometrias complexas é um desafio na operação de retificação. Muitas vezes é necessário criar um rebolo com o perfil desejado, ou, usar máquinas CNC para interpolar tais perfis, porém, a taxa de remoção de material na operação de retificação é muito baixa. Denkena (2012), aponta que a indústria moderna

[1] Especialista em Otimização e Gerenciamento da Manufatura Faculdade de Tecnologia SENAI Gaspar Junior. E-mail: luis_ganiko@yahoo.com.br
[2]Mestre em Ciência e Tecnologia de Materiais (UNESP) e Coordenador Técnico na Faculdade de Tecnologia SENAI Gaspar Junior. E-mail: danilo.oliveira@sp.senai.br
[3]Doutor em Engenharia Mecânica (UNICAMP) e professor no Centro Universitário Hermínio Ometo – FHO. E-mail: innocenzo@fho.edu.br

exige máquinas e processos que possuam capacidade para fabricar com mais precisão, geometrias mais complexas e com elevada qualidade. Bonandi (2012), cita que, o torneamento endurecido, traz inúmeras vantagens paro o processo de produção, eliminando etapas de produção, aumentando o volume produzido e reduzindo o custo operacional.

Para uma maior produção, menor tempo de setup, custos mais baixos e facilidade nas operações, os processos de retificação vêm cada dia mais sendo substituído pelo processo de torneamento endurecido. Segundo Momper (2000), o custo por peça produzida no torneamento endurecido pode ser reduzido em até 60% quando comparado com o processo de retificação.

A qualidade da operação de usinagem garante uma maior vida útil para um molde, portanto, o uso de uma ferramenta de corte de qualidade é essencial, assim como, o uso correto de seus parâmetros de corte. O acabamento superficial (rugosidade), forças de corte, qualidade geométrica, entre outros, influenciam na vida útil do produto final.

No caso de um molde para fabricação de latas de alumínio, este que trabalha com aproximadamente 360 golpes por minuto, um acabamento superficial com a rugosidade alta, pode gerar início de uma trinca, má formação do produto final, e ainda, ocorrendo a propagação da trinca, a quebra total do molde, podendo gerar um grande prejuízo, não somente na ferramenta quebrada, mas também, na possível quebra das outras ferramentas que trabalham em conjunto, tempo de manutenção da máquina e também, tempo de não produção.

2. TORNEAMENTO ENDURECIDO

Lima (2001) cita que o torneamento de materiais com dureza superior a 55 HRC (Hardness Rockwell “C”), já é considerado torneamento endurecido, porém, algumas literaturas apresentam o torneamento endurecido, com dureza a partir de 45 HRC. Hoje em dia, uma grande variedade de itens nos mais diversos equipamentos, possuem aço tratado termicamente para a elevação da dureza, tais como: rolamentos, eixos, matrizes, moldes, etc... Portanto, a utilização do torneamento endurecido nas usinagem de acabamento ou semi-acabamento dessas peças, é uma grande vantagem se comparado com o processo de retificação.

De acordo com Silva (2014), o torneamento de aço endurecido é uma alternativa para retificação cilíndrica e cada vez mais vem se tornando mais comum nas

indústrias. Devido a sua maior versatilidade, rapidez, maior taxa de remoção de material, entre outros, o processo de torneamento endurecido vem cada dia mais substituindo as operações de retificação. Dentre as demais vantagens do processo de torneamento endurecido, Pereira (2006), aponta algumas: possibilidade de eliminar etapas de fabricação; máquina-ferramenta mais simples e de menor custo; flexibilidade no processo; maior produtividade; possibilidade de múltiplas operações em uma só fixação, menor custo na ferramenta de corte.

Com a evolução das ferramentas de corte, máquinas e suporte das ferramentas mais rígidas, o resultado do torneamento endurecido, é equivalente ao processo de retificação. Diniz et al. (1999), citam que estudos, apontam para rugosidades abaixo de 0,6µm com uso de ferramentas de CBN (Cubic Boron Nitrede). Sales (2004), diz que, rugosidade entre 0,2 a 0,3 µm podem ser obtidos em tornos de alta precisão. Estudos realizados por Waikar e Guo (2008) mostram que tanto os processos de retificação, quanto o processo de torneamento endurecido, têm a capacidade de produzirem valores de rugosidade semelhantes, porém, as superfícies produzidas por estes processos possuem diferentes topografias, conforme apresentado na figura 1.

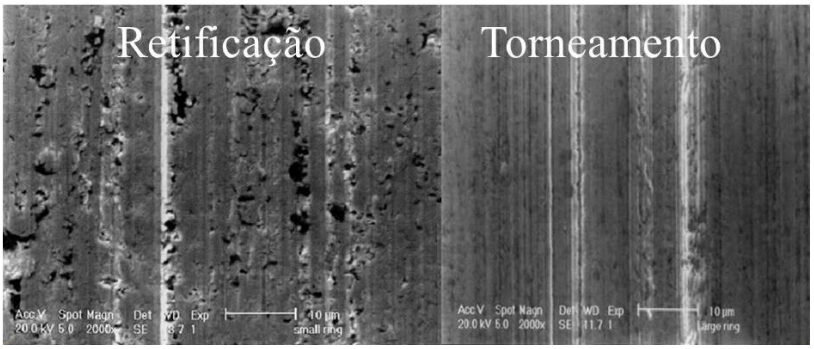


Figura 1: Topografia de uma superfície realizada em retífica e outra no torneamento. Fonte: Waikar, R. A. e Guo, Y. B. (2008)

Sousa et. al. (2010) citam que, há uma tendência para o aumento da rugosidade com relação ao desgaste da ferramenta, portanto, a rugosidade é um parâmetro quantitativo para avaliar se uma ferramenta está desempenhando um corte bom ou não. Souza et. al. (2008), mostram, que a qualidade na ferramenta utilizada no torneamento endurecido, é um ponto primordial para a alta qualidade e produtividade na operação. Outro ponto bastante importante, é o uso correto dos parâmetros de corte e também, a escolha da ferramenta mais adequada para o tipo de endurecido que a ferramenta irá

cortar. A figura 2 mostra que, ao diminuir a tenacidade da ferramenta de corte, aumenta-se a resistência por abrasão e ao calor. Portanto, o melhor rendimento que a ferramenta vai oferecer, está diretamente relacionado a escolha correta da ferramenta e o uso coerente de seus parâmetros de corte.

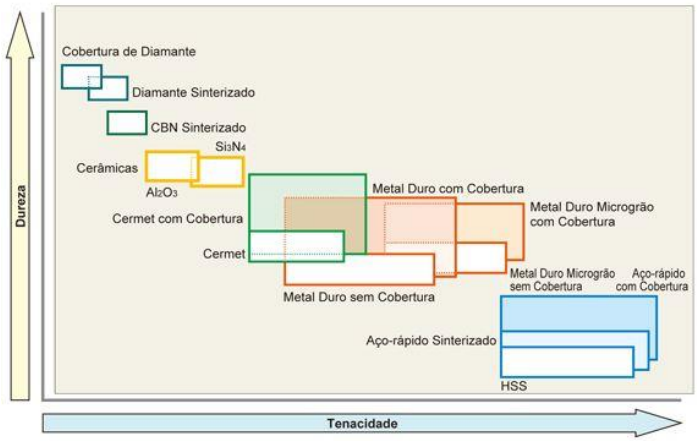


Figura 2: Diagrama de Dureza/Tenacidade dos materiais de Ferramentas de Corte. Fonte: Mitsubishi Carbide (2012)

Dentre alguns materiais recomendados para o torneamento endurecido, Valdéz (2008), destaca as ferramentas de corte em cerâmica e o nitreto cúbico de boro (CBN) para materiais ferrosos, e para materiais não ferrosos, o diamante policristalino (PCD). König (1984), apresenta algumas características necessárias à ferramenta de corte para o torneamento endurecido, tais como: alta resistência à reações químicas; alta resistência à corrosão; alta resistência ao choque térmico; alta dureza em temperatura ambiente e a quente; alta resistência à ruptura transversal, alta resistência a compressão e uma alta tenacidade. Matsumoto (1998), cita que, o CBN é quimicamente mais estável que o diamante, podendo ser utilizado na usinagem de ligas ferrosas sem que ocorra grande desgaste por difusão. Sorrel et al. (1986) complementa que, a dureza do CBN, só é superada pelo diamante.

Matsumoto (1998), também diz, que devido a altas temperaturas entre o cavaco e a ferramenta, e entre a ferramenta e a superfície usinada, o desgaste da ferramenta de cerâmica ocorre devido a dois mecanismos, por difusão e ou dissolução química, o que não ocorre em baixas temperaturas. Baldoni et al. (1988), aponta que, em temperaturas mais baixas, o desgaste predominante nas ferramentas de cerâmica, ocorrem por abrasão. Manivel et al. (2016) citam que ambas as ferramentas são uma boa alternativa ao invés de usar operações caras de retificação.

3. PROCEDIMENTOS E EQUIPAMENTOS

Para o experimento foi utilizado um Torno CNC Hyunday SKT15 (com torre de ferramentas traseira) com 11 Kw de potência. O material utilizado para o corpo de prova (figura 3) foi um aço ferramenta M2 (C0,91%, Si0,21%, Mn0,32%, P0,025%, S0,0003%, Cr4,03%, Mo4,91%, W5,96%, V1,79%, Co0,61% e Ti0,005%), tratado termicamente com 62-64 HRC, esse tratamento térmico foi realizado em forno à vácuo com atmosfera controlada. Para manter a alta dureza e excelente tenacidade do corpo de prova, o material foi revenido três vezes.



Figura 3: Corpo de prova utilizado no experimento. Fonte: Autores

As ferramentas de corte utilizadas foram ISO TNGA160404, de CBN contendo 50% de CBN com grãos finos em um ligante exclusivo de cerâmica (TNGA 160404S01030A 7015) e inteiriça de cerâmica (TNGA 160404T IN420), ambas com cobertura de Nitreto de Titânio (TiN) e raio de ponta R0,4mm. O suporte das ferramentas utilizado nos ensaios foi (ISO) MTJNL 2525M 16W conforme mostra a figura 4.



Figura 4: Suporte da Ferramenta utilizado no experimento. Fonte: Autores

O corpo de prova foi fixado em uma placa de três castanhas com acionamento hidráulico, sempre assegurando a posição de retorno do corpo de prova em todas as fixações. A peça era retirada a cada passada para verificar o perfil geométrico e a rugosidade. A rugosidade e o perfil geométrico foram avaliados somente na parte externa frontal do corpo de prova.

Foram realizados 15 (quinze) passes para cada tipo de pastilha (CBN e cerâmica), e a cada passe, foi analisado o perfil geométrico (Forma de um perfil qualquer k), rugosidade encontrada no perfil (Ra) e desgaste de flanco (VB máximo) na ferramenta.

Para a avaliação do perfil foi utilizado um Perfilômetro SM modelo PGS 200, para verificar o desgaste da ferramenta foi utilizado um microscópio digital Dino Light Capture e a rugosidade foi avaliada com a utilização de um Rugosímetro Mahr modelo M1. Para a comparação entre o perfil perfeito e o perfil real, foi criado um desenho em um software de CAD em formato DXF (Drawing Exchange Format) (Figura (5a)). A peça foi posicionada a 45° para um melhor resultado do perfil, conforme mostra a figura (5b).

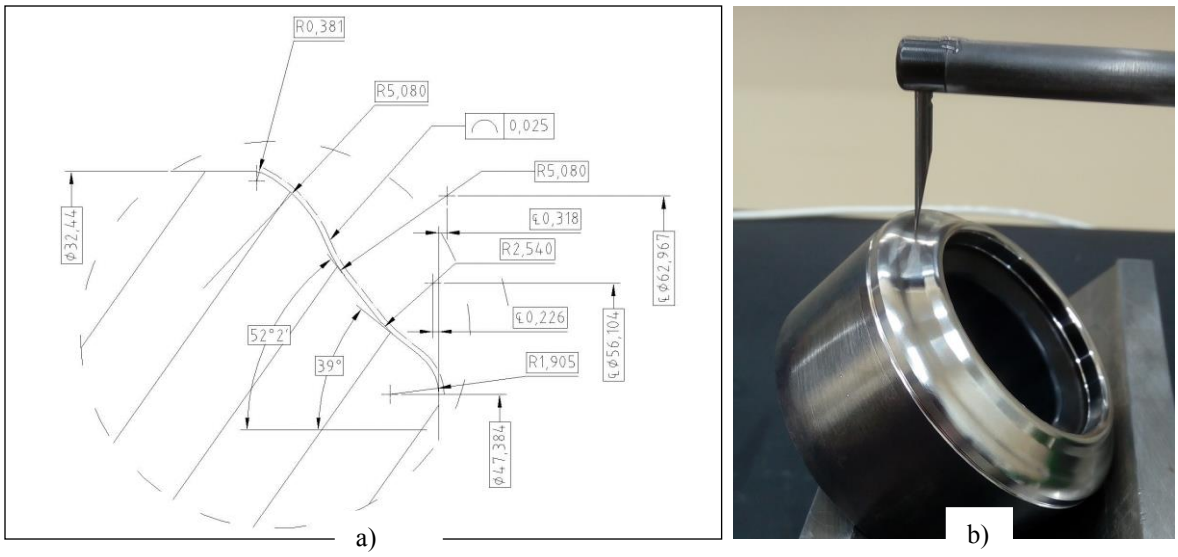


Figura 5 – a) Perfil geométrico gerado em sistema CAD – b) perfil geométrico real

A Tabela 1 mostra os parâmetros de usinagem utilizados durante os experimentos em ambas as ferramentas.

Tabela 1 – Parâmetros de Corte/Geometria da Ferramenta

Parâmetros de Corte/Geometria da Ferramenta	Condição
Velocidade de Corte (Vc)	200 m/min
Profundidade de Corte (a_p)	0,1mm
Ângulo de Saída	-6º
Ângulo de Folga	-6º

Fonte: elaborada pelos autores

4. RESULTADOS

A figura 6 mostra a aresta de corte da ferramenta de cerâmica ao final das quinze passadas. Pode-se notar nesta figura que ocorreram pequenos lascamentos na aresta de corte, provavelmente devido a algum choque mecânico ocorrido na aresta. Estes pequenos lascamentos retiraram a cobertura e o grande calor gerado na usinagem incentivaram o desgaste da ferramenta, pois, sua aresta de corte já estava comprometida. A ferramenta de Cerâmica já deveria ser trocada após a sexta passada, pois, os valores de rugosidade já ultrapassaram o limite, conforme apresentado mais abaixo.

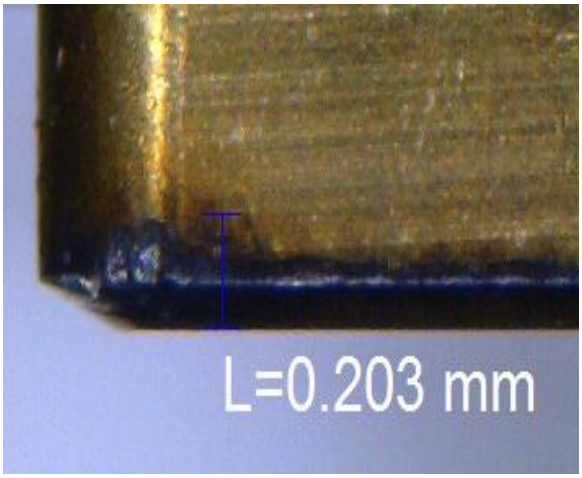


Figura 6: Desgaste da ferramenta de Cerâmica. Fonte: Autores

A figura 7 mostra a aresta de corte no final de vida da ferramenta de CBN. Pode-se notar na figura que o desgaste predominante é o desgaste de flanco. Na aresta de corte não ocorreram lascamentos, a alta resistência a abrasão, difusão química e sua elevada dureza fez com que a vida da ferramenta apresentasse maiores valores. A ferramenta de CBN, ainda poderia ser usada para mais passadas, porém, foi determinado o total de quinze passadas com as duas ferramentas (Cerâmica e CBN).

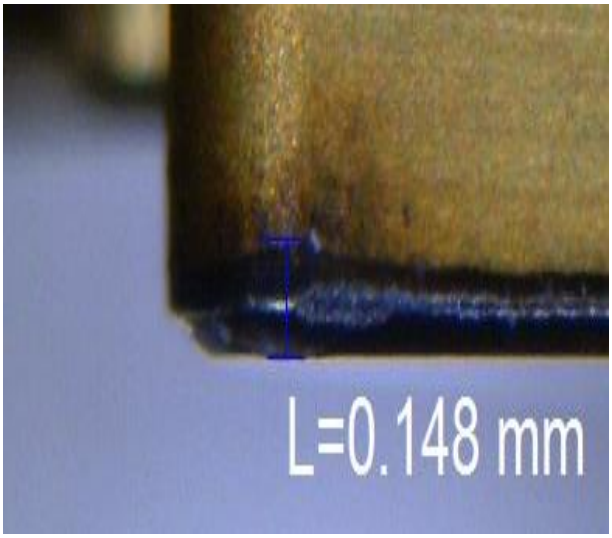


Figura 7: Desgaste da ferramenta de CBN. Fonte: Autores

4.1. RUGOSIDADE

A rugosidade requerida no perfil foi de 0,8µm. A figura 8 mostra o comportamento da rugosidade com os dois materiais de ferramentas utilizados (CBN e cerâmica). Nota-se na figura que a rugosidade apresentou comportamento aleatório. A rugosidade avaliada com ferramenta de cerâmica apresentou comportamento crescente. Neste caso a rugosidade apresentou maiores valores devido à perda da forma original da aresta de corte ocasionando assim um aumento da rugosidade. Com a ferramenta de CBN, embora o comportamento da rugosidade apresentou comportamento aleatório, pode-se notar que não ocorreu um aumento da rugosidade quando comparado o início e o final do ensaio de vida da ferramenta. Esse resultado se deve ao menor desgaste da ferramenta de CBN, fazendo com que a rugosidade não apresentasse grandes variações. Portanto, em termos de rugosidade, a ferramenta de CBN apresentou melhor resultado, sendo assim o material de ferramenta recomendado quando a prioridade é a rugosidade.

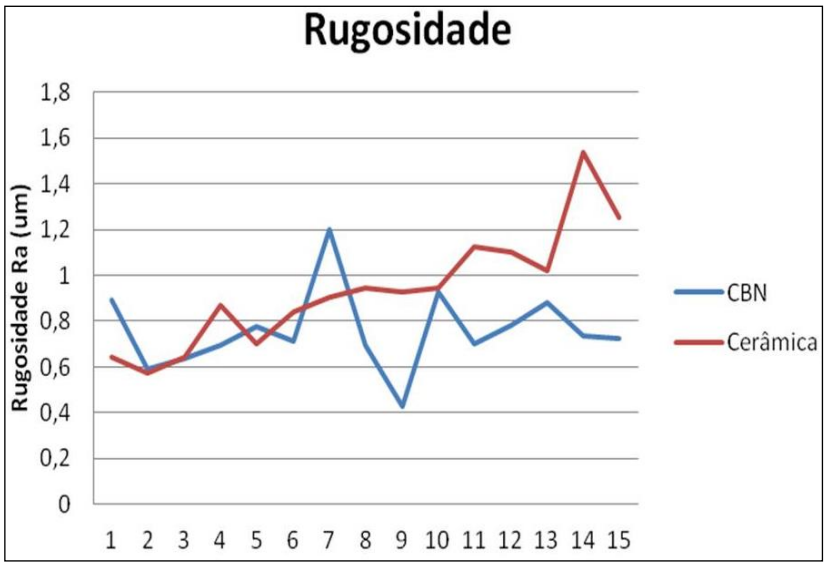


Figura 8: Gráfico da evolução da rugosidade. Fonte: Autores

4.2. DESGASTE DA FERRAMENTA

A figura 9 mostra a evolução do desgaste das ferramentas de CBN e cerâmica. Pode-se notar na figura que a ferramenta de CBN apresentou menor desgaste ao longo das passadas de usinagem. A ferramenta de CBN apresentou menor desgaste devido alta dureza e sua fata de afinidade química com outros materiais, assim como acontece no diamante, o que não acontece com a pastilha de cerâmica. A alta temperatura gerada no torneamento endurecido faz com que partículas do material torneado se fundam com a pastilha causando cada vez mais desgaste, já que, o material que fica fundido na pastilha, quando retirado, leva uma parte da ferramenta junto.

Um aço com a dureza acima de 45HRC possui maior quantidade de martensita, portanto, se o aço chega a 60HRC, o nível de martensita pode chegar em até 100%, deixando o material extremamente difícil de se usinar. Sendo assim, o CBN é a ferramenta mais indicada para o trabalho. Porém, no caso de materiais com dureza abaixo de 45 HRC, o nível de martensita é baixo e o de ferrita é alto. A ferrita exerce um efeito negativo na resistência ao desgaste no CBN, portanto, para dureza abaixo de 45HRC, a ferramenta de Cerâmica é mais indicada do que o CBN.

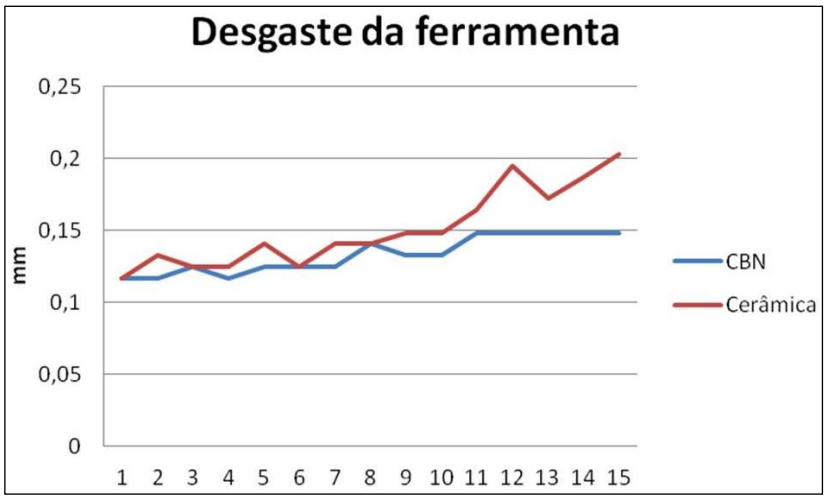


Figura 9: Gráfico da evolução do desgaste da ferramenta. Fonte: Autores

4.3. PERFIL GEOMÉTRICO

A figura 10 mostra a variação do perfil geométrico ao longo das passadas. Nota-se que a ferramenta de CBN continuou apresentando melhor resultado. Provavelmente o menor desgaste deve ter contribuído para que o perfil apresentasse um comportamento mais estável. Pode-se notar também na Fig. (10) que com a ferramenta de cerâmica a variação do perfil foi aumentando proporcionalmente ao desgaste da ferramenta. Isto deve ter ocorrido provavelmente devido a ferramenta ter perdido a condição de corte e consequentemente ocorrendo um aumento da força de corte, fator fundamental para que o perfil apresente irregularidades. Portanto, quando se considera o perfil geométrico do corpo de prova, o material de ferramenta mais indicado é o CBN.

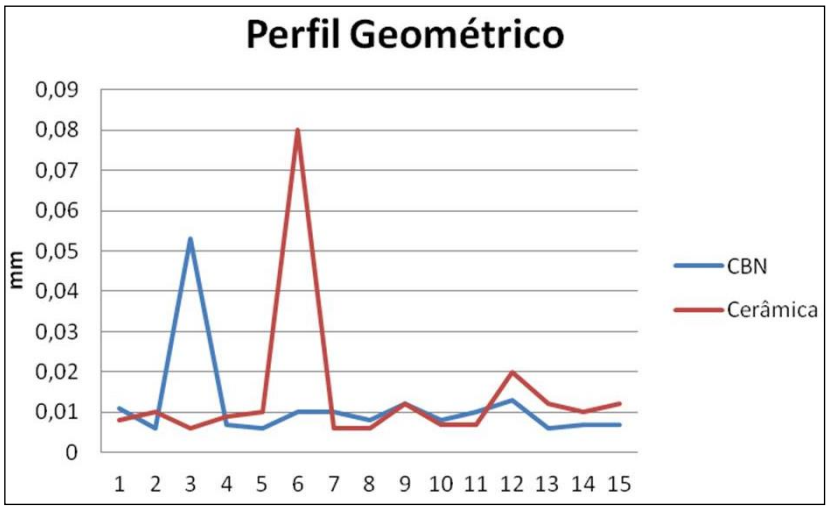


Figura 10: Gráfico da evolução do perfil geométrico. Fonte: Autores

5. CONCLUSÃO

Em todos os ensaios ambas ferramentas apresentaram resultados equivalentes no início do experimento, porém, a partir da sexta passada, a ferramenta de cerâmica, começou a apresentar resultados insatisfatórios com relação a rugosidade. O desgaste da ferramenta aumentou e consequentemente a rugosidade também apresentou valores maiores. Os valores do perfil geométrico também foram aumentando conforme o desgaste aumentou, porém, seus valores se mantiveram abaixo do requerido (0,025, conforme Fig.5a). Porém, com menor intensidade se comparado com a rugosidade.

Já o CBN, manteve os resultados esperados até a última passada, pequenas ocilações nos resultados foram apresentados. Com relação ao desgaste da ferramenta, os resultados apresentaram um leve aumento a cada passada, o que já era de se esperar, a rugosidade variou no decorrer do experimento, porém, na maior parte dos resultados, se manteve abaixo do requerido (0,8µm), o perfil geométrico também se manteve abaixo (0,025, conforme figura (5a) em todas as passadas. E ainda, o CBN, se manteve em condições de realizar mais operações caso necessário. Portanto, o CBN é a ferramenta mais indicada para a usinagem do aço M2 com dureza entre 62-64 HRC.

REFERÊNCIAS

BALDONI, J. G., BULJAN, S. J. T. (1988), "**Ceramics for Machining".** Ceramic Bulletin.

BONANDI, M., (2012), "**Estudo das Condições de Corte no Torneamento de aço AISI M4 Endurecido, Utilizando a Metodologia de Projeto de Experimentos**". São Paulo, SP.

DENKENA, K.M. (2012), "**Influence of the cutting edge rounding on the chip formation process: Part 1. Investigation of material flow, process forces and cutting temperature**". Germany.

DINIZ, A., MATSUMOTO, H. (1999), "**Análise da vida das ferramentas no torneamento de aços endurecidos**". Águas de Lindóia, São Paulo.

KÖNIG, W. (1984), "**Machining of hard materials**". Annals of the CIRP.

LIMA, F. E., 2001, "**Características do processo de torneamento de materiais endurecidos"**, 118p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade de Campinas. Campinas.

MANIVEL, D., GANDHINATHAN, R., 2016, "**Optimization of surface roughness and tool wear in hard turning of austempered ductile iron (grade 3) using Taguchi method**". Measurement Volume 93, November 2016, Pages 108-116.

MATSUMOTO, H., 1998, "**Uma contribuição ao estudo do processo de torneamento de aços endurecidos**" Tese de Doutorado. Campinas, São Paulo.

MITSUBISHI CARBIDE, 14/02/2017 Fonte: http://www.mitsubishicarbide.net

MOMPER, F. J., 2000, "**Usinagem a seco e de materiais endurecidos**". São Paulo: Revista MÁQUINAS E METAIS, Editora Aranda, 2000, nº 410, pp. 30-37.

PEREIRA, J., 2006, "**Estudo das condições de corte no torneamento do aço ABNT 52100 endurecido, utilizando a metodologia de projeto de experimentos (DOE)".** Dissertação de Mestrado. Itajubá, São Paulo

SALES, G. T., 2004, "**Torneamento do aço ASTM 300M endurecido com ferramenta de cerâmica e PCBN com geometria Wiper**", Dissertação de mestrado. Itajubá, Sp.

SILVA, N. C., 2014, "**Análise da frequência de interrupções no torneamento de aços endurecidos com ferramenta de PCBN"**. Campinas, Sp.

SORREL, C. C., MCCARTNEY, E. R., 1986, "**Engineering nitrogen ceramics: silicon nitride, β-sialon and cubic boron nitride"** Material Forum.

SOUZA, J., NONO, M., RIBEIRO, M., MACHADO, J., SILVA, O., 2008, "**Cutting forces in turning og gray cast iron using silicone nitride based cutting tool"** Material and Design Jornal.

SOUZA, M. S., LAURO, C. H., BRANDÃO, L. C. Agosto. 2010, "**Análise de Rugosidade em Função da Velocidade de Avanço"** VI Congresso Nacional de Engenharia MECÂNICA. CONEM. Anais... Campina Grande, PB. ABCN.

VALDÉZ, C. E., 2008, "**Avaliação através de inspeção magnética da condição superficial de anéis de rolamento de aço DIN 100Cr6 após torneamento duro a seco**", Tese de Doutorado. São Paulo, Sp.

WAIKAR, R.A. E GUO, Y.B., 2008, "**A comprehensive characterization of 3-D surface topography induced by hard turning versus grinding**", Journal of Materials Processing Technology, 197, pp 189-199.

UTILIZAÇÃO DE EXCEL™ COM IHM PARA MONITORAR O FUNCIONAMENTO DE UMA ESTAÇÃO PNEUMÁTICA COM FINS DIDÁTICOS

Alfredo de Carvalho Soares[1]

Marco Rogério da Silva Richetto[2]

RESUMO

O objetivo deste trabalho é demonstrar a viabilidade da aplicação do EXCEL™ em conjunto com um CLP (Controlador Lógico Programável) como *software* de monitoramento. A aplicação permite o enriquecimento das aulas práticas de eletro pneumática, integrando o controlador lógico a um sistema pneumático de furação (mesa XYZ), facilitando o aprendizado dos alunos, já que os mesmos podem monitorar e analisar o funcionamento do sistema em tempo real. Os recursos necessários para os testes práticos – CLP, sistema pneumático de furação e computadores com EXCEL™ - estão disponíveis nos laboratórios de pneumática da escola SENAI 3.01. Durante a execução do trabalho, pode-se visualizar e interagir com informações relevantes para o entendimento do funcionamento, inclusive com o monitoramento do diagrama de trajeto e passo, de acordo com a sequência programada, a alteração dos valores de temporizadores e contadores e das entradas e saídas em tempo real. Concluiu-se, portanto, que o EXCEL™ pode ser utilizado como ferramenta virtual importante em escolas técnicas em que o ensino de pneumática e sistemas de controle for oferecido, já que o aplicativo é encontrado em grande parte dos computadores disponíveis, o que permite uma aplicação eficiente e com custo relativamente baixo, quando comparado a outras interfaces.

Palavras-chave: IHM, CLP, Automação, Mecatrônica

1. INTRODUÇÃO

A evolução da tecnologia e dos processos de manufatura vem obrigando as escolas de formação tecnológica a melhorar as condições de aprendizagem em seus laboratórios. Independente do nível de formação (técnico, graduação ou especialização), exige-se do formando conhecimentos que vão além da montagem e dimensionamento de circuitos, e os egressos desses cursos precisam entender o funcionamento, em tempo real, dos dispositivos enquadrados em sua área de formação.

Cursos direcionados a formação nas áreas que envolvem a manufatura, e como exemplo pode-se citar os cursos de mecânica, mecatrônica e automação, precisam ter laboratórios capazes de proporcionar aos alunos o entendimento de conceitos

[1] Graduado em Engenharia Mecânica (UNITAU) – Aluno no curso de pós graduação em Automação Industrial e Robótica (SENAI 3.01). e-mail: alfcsoares@gmail.com

[2] Mestre em Engenharia (UNITAU) - Docente no curso de pós graduação em Automação Industrial e Robótica (SENAI 3.01). e-mail: marichetto@yahoo.com.br

profundos sobre o que ocorre nos mais diversos tipos de dispositivos, sem suposições, mas com monitoramento durante o funcionamento.

Tanto o CLP, quanto o IHM, fazem parte do ambiente fabril e é necessário entender os conceitos de comunicação do CLP com os periféricos, tanto de sinais (fins de curso e sensores) como os de monitoramento (IHM, ou *software* supervisório).

Para trabalhar com IHM, é preciso ter o equipamento, um *software* de programação específico e treinamento específico para cada modelo ou, pelo menos, para cada fabricante diferente. Isso gera alto investimento e necessidade de atualização constante, tanto do *hardware* quanto do *software*.

Com relação ao *software* supervisório, há a possibilidade de se trabalhar com os programas para demonstração, mas estas versões limitam o uso de alguns recursos e o tempo de utilização, o que prejudica sua utilização como ferramenta para que o aluno tenha um primeiro contato com o supervisório e possa entender todas as ferramentas e possibilidades de aplicação.

Pensando nisso, o objetivo deste trabalho é mostrar a viabilidade de utilização do conceito de comunicação do CLP com o *software* Excel, de forma a programar e monitorar uma estação pneumática, aproveitando-se o fato do aplicativo estar instalado nos computadores dos laboratórios, fazendo-o funcionar como um supervisório.

2.DESENVOLVIMENTO

O dispositivo a ser monitorado durante os testes de software será um sistema de furação pneumático XYZ e um motor conforme mostra a figura 1.

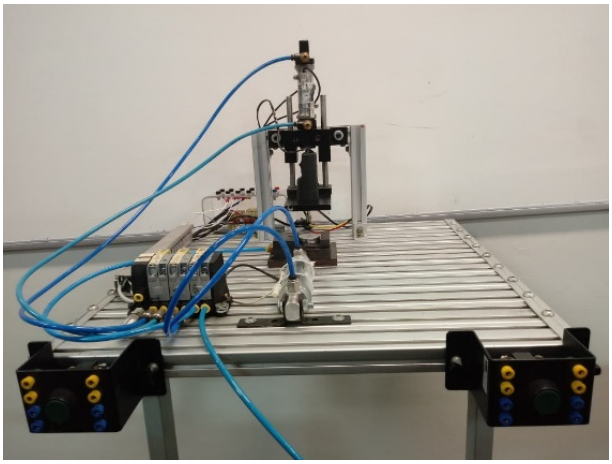


Figura 1: Sistema de furação

A elaboração do projeto de testes consiste em monitorar a sequência de movimentos (A+B+)(C+M+)C-(M-B-A-), onde o atuador "A" representa uma morsa, o atuador "B" a movimentação da morsa para a posição em que a peça será furada, o atuador "C" movimenta um motor "M". Após a ativação, deve ser feita uma contagem de 10 ciclos que emitirá um alerta para verificação da ferramenta, o *restart* deve ser dado via supervisório, utilizando o software Excel, através de um usuário cadastrado para este fim.

A sequência de acionamento, apresentada acima em sua forma algébrica, pode ser representada por uma sequência lógica. A programação será desenvolvida de forma a realizar a sequência representada pelo diagrama de trajeto e passo, bem como a monitoração do tempo pré-estabelecido, conforme figura 2.

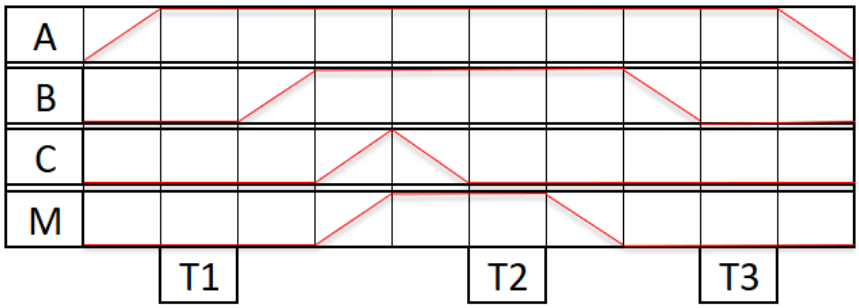


Figura 2: Diagrama de Trajeto e passo

2.1. Configuração da programação do CLP

O CLP utilizado é o modelo FC600 do fabricante FESTO e o *software* para programação o FST 4.21 (FESTO,2017). Para realizar a programação, é feita a listagem das entradas e saídas com relação ao manipulador. As entradas e saídas com suas funções foram configuradas conforme tabela 1.

Tabela 1: Entradas e saídas

Entradas	Descrição		Saídas	Descrição
I0.0	B1		O0.0	Eixo x
I0.1	B2		O0.1	Eixo y
I0.2	Y+		O0.2	Eixo z
I0.4	Y-		O0.3	Motor
I0.5	Z+		O0.4	Limite de Ciclos
I0.6	Z-		O1.0	Contador Zero
I1.0	Reset Contador		O1.1	

Fonte: Elaborado pelo autor

Em seguida, é feita a relação das memórias auxiliares que, além de fazerem parte da programação, serão utilizadas como leitura e escrita pelo Excel. As memórias de leitura, conforme tabela 2, terão a função no Excel de somente visualização e as memórias de escrita, conforme tabela 3, serão ativadas pelo Excel, realizando a função de acesso remoto.

Tabela 2: Memórias de leitura

Memórias de leitura	Descrição
F0.1	Avança cilindro A - Morsa
F0.2	Avança cilindro C e liga Motor
F0.3	Recua cilindro C
F0.4	Recua cilindro B
F1.0	Avança cilindro B
F1.2	Recua cilindro A

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 3: Memórias de escrita

Memórias de escrita	Descrição
FW10	Valor T1 Excel
FW20	Valor T2 Excel
FW30	Valor T2 Excel

Fonte: Elaborado pelo autor

Para finalizar a listagem, é feita a relação dos temporizadores e do contador, conforme tabela 4. Os *tags* com a letra "W" se referem ao bit de armazenamento.

Tabela 4: Contador

Endereços	Descrição		Endereços	Descrição
C1	Número de Ciclos		CW1	Contagem real do contador 1

Fonte: Elaborado pelo autor

2.2 Utilizando o software IPC Data Server

Antes de iniciar a configuração no Excel, deve-se realizar o *download* gratuito do *software* IPC Data Server no site da empresa FESTO (Plagemann, B; 2004). Após instalá-lo e executá-lo, abrirá a janela vista na figura 3. Conectar o CLP ao computador e clicar no menu *config*, clicar em FPC RS232 e na nova janela, como a da figura 4, clicar em *Config* relacionado ao FPC 1 (pode-se conectar até 04 CLPs). Na janela de configuração, ativar a opção *enable* e selecionar a porta de comunicação e clicar em OK. O CLP estará conectado ao computador. O modo IPC é utilizado quando se conectar o CLP via IP (conexão por rede serial).

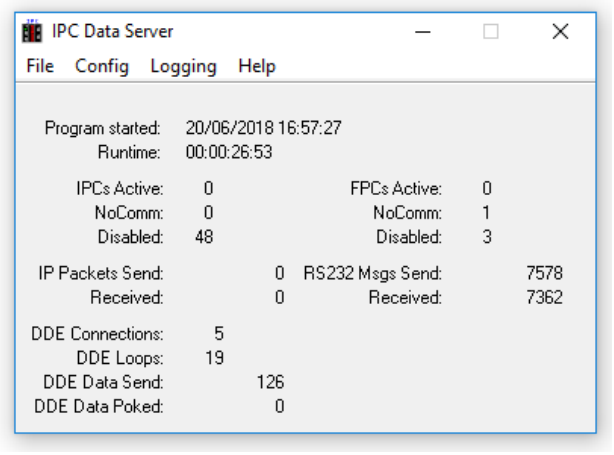


Figura 3: Software IPC Data Server

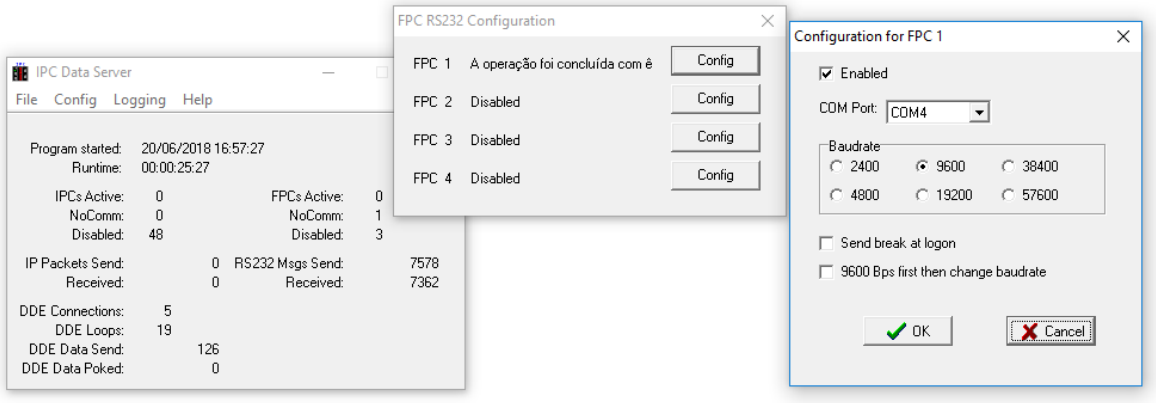


Figura 4: Janelas de configuração do IPC Data Server

2.3. Configuração do Microsoft Excel

No software do Excel, é preciso converter a descrição de alguns endereços. Esses endereços com a respectiva conversão são fornecidos no Help do software IPC Data Server. A tabela 5 apresenta a conversão de endereços.

Tabela 5: Tabela dos endereços no Excel

active	1 if communication is active
EW0 - EW255	Input words
E0.0 - E255.15	Input bits
AW0 - AW255	Output words
A0.0 - A255.15	Output bits
R0 - R255	Registers
TV0 - TV255	Timer preselects
MW0 - MW9999	Flagwords
M0.0 - M9999.15	Flag bits
STR0 - STR255	Strings (TCP/IP only !)

Fonte: IPC Data Server Online Help

Com o CLP comunicando com o IPC, é possível fazer a leitura pelo Excel. Para leitura do estado de uma entrada do CLP, digitar na célula do Excel:

=FPC_DATA|FPC_1!"endereço conforme figura 5"

Na figura 5, é mostrada parte da planilha com os valores a lidos.

ENTRADAS		
	CLP	IPC
B1	I0.0	0
B2	I0.1	0
B+	I0.2	0
B-	I0.6	0
C+	I0.4	0
C-	I0.5	0
RESET	I0.7	0

SAÍDAS		
	CLP	IPC
A	O0.0	1
B	O0.1	1
C	O0.2	0
M	O0.3	0

Figura 5: Planilha Excel

Para escrever e enviar valores para uma memória do CLP deve-se criar uma macro e fazer um *link* entre a macro e o botão. Dentro da macro, digitar no *Visual Basic* o código:

Sub nome do botão()

Channel = Application.DDEInitiate("fpc_data", "fpc_1")

```
Application.DDEPoke Channel, Sheets("nome da planilha")
    .Range("célula"), Sheets("nome da planilha") .Range("célula")
Application.DDETerminate Channel
End Sub
```

A figura 6 mostra o resultado do programa deste projeto.

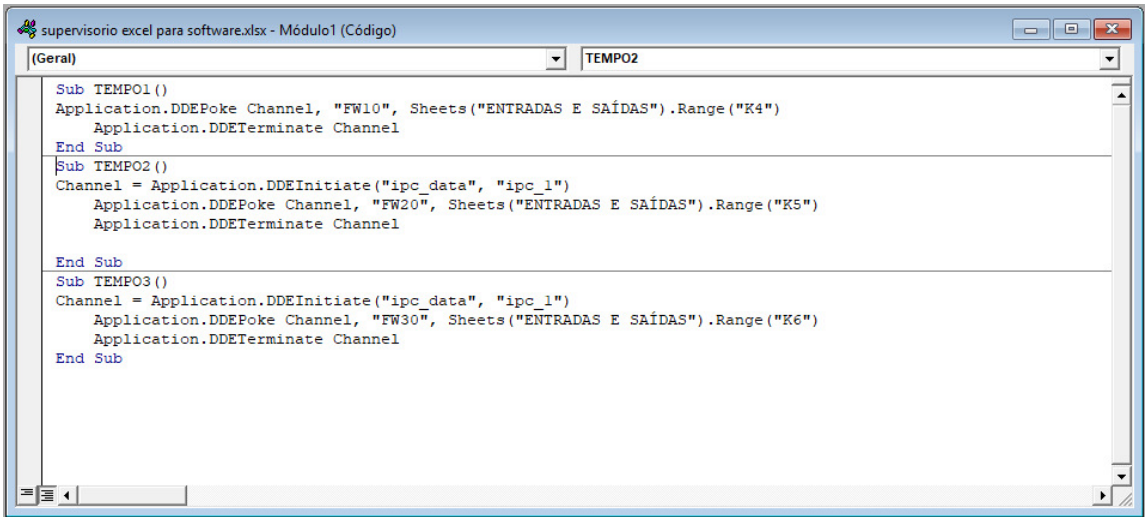


Figura 6: Programa *Visual Basic* (no Excel)

3. Resultados

Com estas informações, foram feitas as planilhas dos temporizadores, do contador, bem como das memórias utilizadas, conforme figura 7. Na planilha de "ENTRADAS E SAÍDAS" pode-se modificar o tempo de cada etapa, em milissegundos, conforme figura 8.

TEMPOTOZADOR	
	IPC
T1	1000
T2	5000
T3	5000

CONTADOR	
	IPC
C1	10

MEMÓRIAS		
CLP	ACIONAMENTO	IPC
F0.1	A+	0
F1.2	A-	0
F1.0	B+	0
F0.4	B-	0
F0.2	C+ M+	0
F0.3	C-	0
F1.1	M-	0

Figura 7: Planilha Temporizadores, Contadores e Memórias do CLP

ENTRADAS		
	CLP	IPC
B1	I0.0	0
B2	I0.1	0
B+	I0.2	0
B-	I0.6	0
C+	I0.4	0
C-	I0.5	0
RESET	I0.7	0

SAÍDAS		
	CLP	IPC
A	O0.0	0
B	O0.1	0
C	O0.2	0
M	O0.3	0

TEMPOTOZADOR	
	IPC
T1	1000
T2	5000
T3	5000

CONTADOR	
	IPC
C1	10

MEMÓRIAS		
CLP	ACIONAMENTO	IPC
F0.1	A+	0
F1.2	A-	0
F1.0	B+	0
F0.4	B-	0
F0.2	C+ M+	0
F0.3	C-	0
F1.1	M-	0

TEMPO 1 TEMPO 2 TEMPO 3

Figura 8: Tela de "ENTRADAS E SAÍDAS"

Utilizando os recursos oferecidos pelo Excel, como formatação condicional (OFFICE, 2015), por exemplo, foi criado um supervisório que monitora o passo em que se encontra o manipulador, a quantidade de passos apresentado no gráfico e o estado das memórias, conforme figura 9.

MEMÓRIAS		
CLP	ACIONAMENTO	IPC
F0.1	A+	1
F1.2	A-	0
F1.0	B+	1
F0.4	B-	0
F0.2	C+ M+	1
F0.3	C-	0
F1.1	M-	0

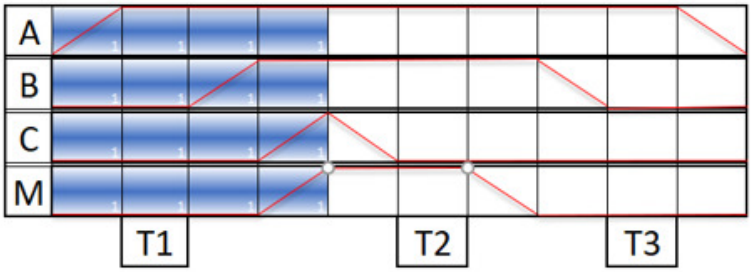


Figura 9: Estado das Memórias e Monitoramento

4. CONCLUSÃO

Mesmo com a ausência de uma IHM ou *software* supervisório é possível monitorar e modificar parâmetros de uma programação em linguagem *ladder*, utilizando o Microsoft Excel. Um supervisório facilita o controle de um processo ou monitoramento de um dispositivo, permitindo visualizar a posição em que se encontra o programa do CLP, atualizar o valor de temporizadores ou contadores sem a necessidade de realizar o *download* do programa no CLP, monitorar o valor da contagem do contador e, como foi feito neste artigo, monitorar a posição dos atuadores.

A proposta apresentada demonstra-se viável como alternativa a IHMs ou supervisórios para aplicações educacionais. A precisão e representação dos dados apresentados, via tabelas ou gráficos do EXCEL, permite ao aluno uma melhor compreensão dos eventos no momento em que ocorrem, facilitando sua compreensão

com relação ao controle e também com relação aos dispositivos apresentados para estudo.

REFERÊNCIAS

FESTO. In: Support Portal. Disponível em: <https://www.festo.com/net/en-gb_gb/SupportPortal/default.aspx?q=fst&tab=4 >. Acesso em: 01 dezembro 2017.

OFFICE. In: Support Portal. Disponível em: <https://support.office.com/pt-br/article/usar-fórmulas-com-formatação-condicional-fed60dfa-1d3f-4e13-9ecb-f1951ff89d7f>. Acesso em: 01 dezembro 2017.

Plagemann, B – **FESTO TEXTBOOK – Automation Whit FST –** Alemanha, 2004. Disponível em < https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/324416/FST_2004-03_682300g1.pdf>. Acesso em: 01 dezembro 2017.

UTILIZAÇÃO DO RASPBERRY PI 3 MODEL B COMO ALTERNATIVA DE CPU PARA CLP

André Roberto da Silva[1]
Guilherme Rissi[2]
José Sérgio Medeiros Junior[3]

RESUMO

Esse trabalho apresenta uma alternativa de baixo custo para a substituição da unidade central de processamento (CPU) de um controlador lógico programável (CLP) por um Raspberry PI 3 modelo B, tal escolha se fez considerando que o Raspberry PI 3 é um hardware de baixo custo se comparado com o valor de uma CPU comercial, além de, apresentar uma capacidade de processamento superior. O conceito assumido nesse trabalho é de uma CPU descentralizada, o que permite o funcionamento do hardware em condições que garantam um melhor desempenho. Foram observadas melhorias também quanto as tarefas que envolvem backup e reposição de hardware.

Palavras-chave: Raspberry Pi 3. CPU. CLP. Programação.

1. INTRODUÇÃO

Apesar das inúmeras opções de dispositivos para automatização de equipamentos ou processos presentes no mercado, quando necessitamos de uma automação com nível de complexidade e segurança maior, os custos dos equipamentos aumentam de maneira significativa, o que por vezes inviabiliza um projeto de automação.

Em um sistema de automação o elemento principal é o CLP, que normalmente, está dividido em módulos, sendo um deles a CPU, em geral o módulo com maior valor.

[1] Especialista em Automação da Manufatura na Faculdade Senai Antonio Adolpho Lobbe – Instrutor de Formação Profissional III. E-mail: andre.silva@sp.senai.br
[2] Especialista em Automação da Manufatura na Faculdade Senai Antonio Adolpho Lobbe. E-mail: guilhermerissi.46@gmail.com
[3] Especialista em Gestão Estratégica de Empresas no Centro Universitário Central Paulista – Instrutor de Formação Profissional III. E-mail: jose.sjunior@sp.senai.br

Esse projeto buscou uma alternativa para a CPU onde a ideia principal não é mais mantê-la em um ambiente industrial, mas sim, executar suas funções em um ambiente completamente seguro e controlado, deixando em campo apenas os módulos de entrada e módulos de saída.

Além da redução de custos, observou-se outras vantagens em relação a backup e segurança que pode ser obtida com o hardware, soma-se a isso a possibilidade de virtualização de várias CPU's em um mesmo hardware.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 História da Automação

Não é possível precisar por meio de datas quando exatamente se "inventou" a automação, mas para haver automação, é necessário primeiramente que se haja máquinas (indústria) e ainda processos automáticos autocontroláveis (SILVEIRA E LIMA, 2003).

Dessa forma podemos adotar como o surgimento da automação o século XVIII, décadas em que aconteceu a revolução industrial e o advento da máquina a vapor e todos os eventos que se sucederam a esse fato. Juntamente com os fatores citados acima, foi surgindo a necessidade de taxas de produção maiores, nesse contexto surgem os relés que pouco tempo depois tomariam as fabricas, dando origem então a segunda revolução industrial (SILVEIRA; LIMA, 2003).

Posteriormente aos relés desenvolveram-se as tecnologias de circuitos integrados (CIs), o que possibilitou o surgimento de uma nova geração de sistemas de controle, menores, mais rápidos e com uma vida útil muito maior em comparação com relés (FRANCHI; CAMARGO, 2009).

Atualmente entende-se por automação "qualquer sistema apoiado em computadores, que substitua o trabalho humano em favor da segurança das pessoas, da qualidade dos produtos, da rapidez da produção ou da redução de custos, assim aperfeiçoando os complexos objetivos das industrias e dos serviços" (MORAES; CASTRUCCI, 2013).

2.2 Controlador Lógico Programável

Controlado lógico programável (CLP) surgiu em 1968 pela necessidade de simplificar os sistemas automatizadas que até então eram concebidos através de lógicas de relés. Antes do surgimento dos CLP's, as atividades de comando e controle em plantas e equipamentos industriais eram feitas por circuitos compostos por relés eletromagnéticos criados em 1836 por Samuel F. B. Morse (SENAI CIMATEC, 2002).

A definição do *International Eletrotechnical Commission* (IEC) para CLP é: "Sistema eletrônico operando digitalmente, projetado para uso em um ambiente industrial, que usa uma memória programável para armazenagem interna de instruções orientadas para o usuário para implementar funções especificas, tais como, lógica combinacional, lógica sequencial, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de entradas e saídas digitais ou analógicas, vários tipos de máquinas ou processos. O controlador lógico programável e seus periféricos associados são projetados para serem facilmente integrados num sistema de controle industrial e facilmente usados em todas as suas funções previstas" (FRANCHI; CAMARGO, 2011).

Posteriormente vieram e evoluíram os microprocessadores, os CLPs sofreram um aumento na sua capacidade, funções e flexibilidade operacional, pois, o que no início era feito com os componentes discretos hoje é executada por micro controladores e microprocessadores de última geração, usufruindo de técnicas de processamento paralelo, inteligência artificial, redes de comunicação, etc (SENAI CIMATEC, 2002).

2.3 Unidade Central de Processamento (CPU)

A CPU de um CLP é responsável por colher as informações por meio dos módulos de entrada e fazer o processamento de acordo com o programa elaborado pelo usuário (SENAI CIMATEC, 2002).

Normalmente a CPU utiliza microprocessadores ou microcontroladores de 8, 16, ou 32 bits, em CLPs maiores podem ser usados coprocessadores, (microcontroladores dedicados) pois possibilitam a realização de processamento mais complexos como por exemplo, cálculos aritméticos com pontos flutuantes (WEG INDUSTRIAS LTDA, 2011).

Os tempos de varredura, normalmente determinados pelos fabricantes em função do tamanho do programa (por exemplo 10 ms para 1k de programa) com faixas de velocidade que vão de 0,3 até 10 ms/k. Essas faixas de velocidade são responsáveis por categorizar os CLPs em rápidos e lentos. Outro recurso oferecido por alguns fabricantes e a possibilidade de interromper a varredura para “ler” uma entrada ou “atualizar” uma saída (WEG INDUSTRIAS LTDA, 2011).

Outra característica muito importante presente nas CPUs dos CLPs é o recurso de auto diagnose, que é responsável pela detecção e identificação de falhas, podendo ser elas de comunicação, alimentação, temperatura, memória, bateria, etc. As identificações de falha normalmente são feitas por diodos emissores de luz (leds) localizados na frente do cartão da CPU (WEG INDUSTRIAS LTDA, 2011).

2.4 Interface de Entrada e Saída (E/S)

Como o próprio nome já declara é a interface responsável por conectar os dispositivos que serão controlados pelo CLP a Memória de Dados do CLP. O acesso a esses componentes pode ser feito por meio de blocos de bornes ou cabos e conectores.

Através do módulo de entrada e saída como são popularmente conhecidos, mais especificamente pelos módulos de entrada, que são atualizadas as configurações e parâmetros da memória de dados. Os sinais recebidos por esses módulos podem ser de tensões usuais de comando (24 VCC, 110/220 VCA), que são transformadas em tensões de nível lógico aceitas pela CPU através de conversores analógicos digitais (A/D) (MARTINS, 2012).

Após recebidos e devidamente transformados os dados dos módulos de entrada são “interpretados” pela CPU que envia aos módulos de saídas os sinais para controlar os dispositivos de acordo com o programa desenvolvido pelo usuário (WEG INDUSTRIAS LTDA, 2011).

2.5 Redes

Rede, representa um conjunto de equipamentos reunidos para um fim especifico. No caso de redes industriais estamos falando da intercomunicação de equipamentos afim de controlar e monitorar a planta produtiva. Para a conexão com a rede precisamos de uma conexão física, onde entram os cabos, placas de rede, antenas wi-fi, etc., e também a conexão logica, com destaque para os protocolos que vão determinar como a informação vai ser lida e enviada na rede (EDITORA INTERSABERES, 2014).

Quando falamos em redes industriais os componentes citados acima são adaptados para trabalhar em ambientes industriais, onde se requer um alto nível de confiabilidade e temos também a presença dos níveis hierárquicos bem definidos (FERNANDES et al., 2014).

2.6 Raspberry PI 3 Model B

Desenvolvido pela fundação Raspberry Pi com propósitos educacionais, o Raspberry Pi 3 modelo B apresenta uma estrutura simples e de baixo custo, para poder chegar as escolas e proporcionar aos alunos o primeiro contato com programação e a natureza do funcionamento dos computadores (GARRET, 2014).

Apesar de muito pequeno, dimensões aproximadas de um cartão de créditos, o hardware do Raspberry é bastante completo, sendo possível executar vídeos de alta resolução através de uma saída interface multimídia de alta resolução (HDMI), além de poder conectar *mouse* e teclado através da porta barramento serial universal (USB), além de promover conexão com redes e internet através da entrada ethernet ou wi-fi e alguns modelos possuem inclusive conexão bluetooth (GARRET, 2014).

Para o sistema operacional temos uma compilação do Linux, o Respian, desenvolvido pela própria Raspberry e até mesmo o Windows 10 IoT (internet das coisas), todavia o sistema operacional deve ser instalado em um cartão SD (*Secure Digital Card*), pois o Raspberry não possui disco rígido (GARRET, 2014).

3. METODOLOGIA

Para o sistema proposto a metodologia de desenvolvimento foi embasada nas

seguintes etapas:

- Conexão física entre os elementos de hardware;
- Conexão virtual entre os equipamentos;
- Desenvolvimento de software;
- Teste de funcionalidade do sistema.

4. IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA

Foram realizados testes, onde o Raspberry se comunicou com a remota, identificando o acionamento de uma entrada, que no caso da simulação foi uma parada emergencial de um equipamento, e então foi acionado uma saída que representava um alarme.

Nestes testes, foi executado o programa no próprio Raspberry, pois, não foi utilizado o recurso de nuvem de dados disponível para executar a aplicação do programa.

Abaixo segue a descrição dos hardware e software envolvidos no desenvolvimento do projeto:

- Raspberry Pi 3 Model B;
- Remota: Schneider TM22CE40T;
- Rede de Ethernet IEEE 802.3;
- Internet wi-fi.

Obs.: O equipamento utilizado como meio de comunicação não é uma remota em si, mas sim um CLP que foi utilizado como remota.

No projeto o Raspberry foi responsável pelo processamento da informação enviada pela remota e reenviou uma ação baseada na programação inserida no Raspberry. De uma forma resumida, neste trabalho, o Raspberry está fazendo o papel da CPU do CLP, esse dispositivo não foi instalado fisicamente no chão de fábrica, e sim em um ambiente controlado.

Os dados foram colhidos no chão de fábrica por equipamentos já existentes e com confiabilidade já conhecida e garantida, os dispositivos responsáveis por isso são:

- unidades de comunicação remotas;

- módulos de entrada;
- módulos de saída.

Nos testes realizados foi configurado uma rede Ethernet IEEE 802.3, com velocidade de 100 Mbps que foi responsável pela comunicação entre a unidade de comunicação remota e o chão de fábrica.

Os testes foram feitos em um ambiente simulado, logo a distância entre os equipamentos era compatível com a comunicação via cabos. Caso no ambiente industrial essa distância não possa ser respeitada, existe a possibilidade de se usar replicadores ou então a tecnologia de fibra ótica.

Na realização dos testes foram trabalhados dois elementos de software. O programa lógico que fez a leitura das informações vindas do campo (chão de fábrica) que indicou as ações a serem tomadas de acordo com a programação e o protocolo de rede, responsável por fazer que as informações enviadas e recebidas sejam interpretadas e entregues corretamente em cada um dos pontos da rede.

O protocolo utilizado foi o Ethernet/IP. Nesse trabalho, especificamente por utilizarmos um CLP Schneider, utilizamos o protocolo ModBus TCP, que utiliza características de funcionamento e encapsulamento muito similares ao Ethernet/IP porém se comporta melhor em equipamentos Schneider.

Antes de abordarmos o programa lógico é necessário falar a respeito do sistema operacional utilizado nesse trabalho que foi o Respian e dentro dos vários recursos que ele oferece está o Python que permite o desenvolvimento de aplicativos, incluindo o utilizado nesse trabalho para a leitura da informação vinda do CLP.

O funcionamento do programa foi basicamente receber as informações vindas da unidade remota, interpretá-la e aplicar a ação necessária com base nas instruções do programa.

Nas simulações, o Raspberry recebeu um sinal vindo de um dos módulos de entrada, este sinal representou uma parada não programada de um equipamento. Na sequência, o Raspberry enviou uma informação para uma das saídas dos módulos instalados no chão de fábrica, saída essa que representou um alarme, enviou também um e-mail informativo para a gerência de fábrica.

A figura 1 apresenta um comparativo entre o modelo tradicional e a proposta do projeto.

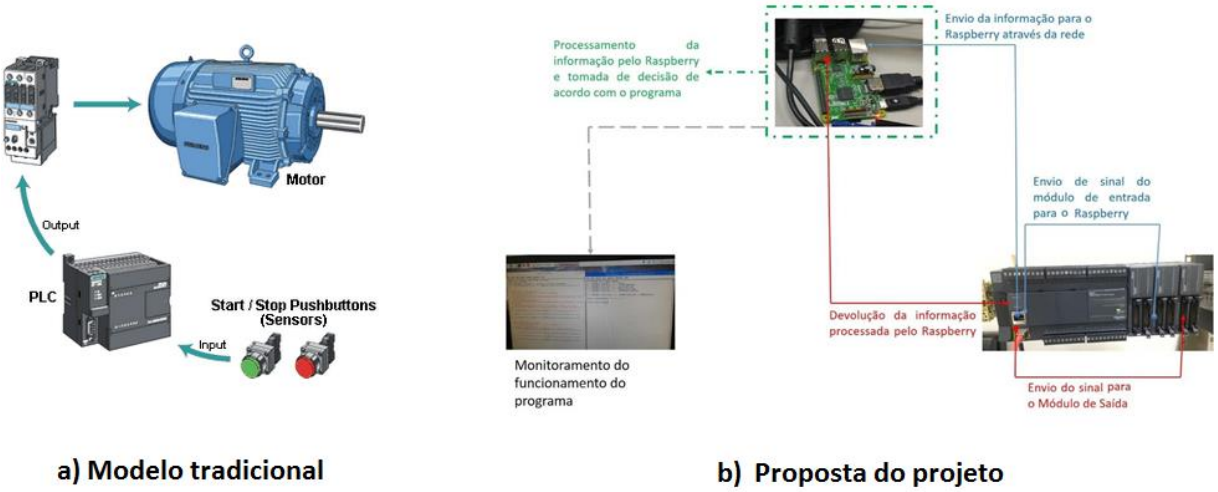


Figura 1 – Comparativo de modelos.

Fonte: Autores (2017)

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Durante os teste foram realizados diversos envios de uma palavra binária por um período de aproximadamente quatro horas em intervalos de tempo de 15 minutos. A tabela um apresenta os resultados obtidos.

Tabela 1 – Validação de integridade de dados

Status do Sinal de Entrada (Chão de Fábrica)	Status do Sinal de Entrada (Virtual)
0	0
1	1
0	0
1	1
0	0
1	1
0	0
1	1
0	0
1	1
0	0
1	1
0	0
1	1
0	0
1	1

Na tabela 2 segue o comparativo entre duas centrais de controle, uma utilizando o CLP M340 da Schneider completo e outra substituindo a CPU do M340 pelo Raspberry PI 3 model B e um módulo de comunicação remota.

Tabela 2 - Comparativo de Valores

Módulo de controle CLP Convencional		
Componente	Valor	
Fonte	R$	1.187,00
CPU M340	R$	3.471,72
Modulo Comunicação Ethernet	R$	3.845,46
Rack	R$	801,84
Modulo de 16 Saidas	R$	867,29
Modulo de 16 Entradas	R$	703,65
Bloco Terminal	R$	205,35
Total	R$	11.082,31

Módulo de controle com Raspberry		
Componente	Valor	
Fonte	R$	450,00
Raspberry Pi 3	R$	300,00
Modulo de comunicação Remota	R$	2.688,05
SD Card Classe 10	R$	60,00
Rack	R$	801,84
Modulo de 16 Saidas	R$	867,29
Modulo de 16 Entradas	R$	703,65
Bloco Terminal	R$	205,35
Total	R$	6.076,18

Fonte: Autores (2017).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a preparação dos componentes descritos acima e estabelecida a comunicação entre o Raspberry e o CLP, foi aplicada uma tensão de 24 V em um dos canais de entrada do módulo e verificado que havia 24 V no canal de saída do CLP que havíamos determinado. Esse mesmo teste foi repitido por 16 vezes em momentos distindos perfazendo quatro horas de testes. E como podemos observar na tabela 1 foi obtido 100% de integridade dos dados.

Dessa forma foi possível concluir que o Raspberry, interpretou a informação vinda do canal de entrada, processou e enviou a informação necessária para o canal de saída, conforme foi determinado pelo programa lógico.

Considerando os valores destacados na tabela 2 podemos verificar que a viabilidade econômica do projeto proposto é comprovada uma vez que o projeto têm um custo aproximadamente 45% menor que o modelo tradicional.

Analisando o resultado obtido, apesar de ser uma aplicação simples, pode-se concluir que o Raspberry Pi 3 model B, pode ser usado como alternativa de baixo custo para substituição da CPU de CLPs em projetos de automação. Vale ressaltar que ainda serão necessários maiores estudos com relação a capacidade de

processamento, relacionado ao número de entradas e informações recebidas simultaneamente pelo Raspberry, e também a confiabilidade do equipamento em operações de longo prazo, fatores esse que infelizmente não puderam ser abrangidos nesse trabalho devido a limitações de recurso e tempo.

Fazendo uma análise da parte financeira do projeto, o Raspberry ganha mais destaque pois propícia uma redução considerável nos custos do projeto, não apenas pela diferença de valores na parte de hardware como também, na parte de software, haja visto que os recursos que usamos são *open source*, ou seja, não há custos para aquisição de licenças e são fornecidos gratuitamente pela Raspberry Fundation em seu site.

Portanto, caso o equipamento apresente uma resposta positiva no aprofundamento dos estudos e testes de seu desempenho, conforme proposto acima, atrelado com o ganho financeiro que a sua utilização em projeto propicia, o Raspberry pode não apenas se apresentar com alternativa para CPU dos CLP, como também substituí-las em projetos simples ou complexos.

REFERÊNCIAS

COUTO, Ronaldo Teixeira. **Ethernet Industrial.** 2010. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Computação, Universidade São Francisco, Itatiba, 2010.

EDITORA INTERSABERES (Coritiba) (Ed.). **Redes.** Curitiba: Intersaberes, 2014.

FERNANDES, Claudio Luis Magalhães et al. **Sistemas Eletroeletrônicos Industriais:** Projeto. São Paulo: Editora Senai, 2014.

FRANCHI, Claiton Moro; CAMARGO, Valter Luis Arlindo de. **Controladores Lógicos Programáveis:** Sistemas Discretos. 2. ed. São Paulo: Erica, 2011.

GARRET, Felipe. **Como funciona o Raspberry Pi? Entenda a tecnologia e sua aplicabilidade.** 2014. Disponível em: <http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/11/como-funciona-o-raspberry-pi- entenda-tecnologia-e-sua-aplicabilidade.html>. Acesso em: 14 fev. 2017.

GEOMAR MACHADO MARINS (Santa Maria). **Princípios de Automação Industrial.** 2012. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/desp/geomar/automacao/Apostila_032012>. Acesso em: 06 jun. 2015.

LIMA FILHO, Eduardo Correa. **Fundamentos de Rede e Cabeamento Estruturado.** São Paulo: Pearson, 2015.

LUGLI, Alexandre Baratella; SANTOS, Max Mauro Dias; FRANCO, Lucia Regina Horta Rodrigues. **Uma visão dos protocolos para redes Ethernet industriais e suas aplicações.** 2014. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja &uact=8&ved=0ahUKEwiK1vqg_f7RAhVBfZAKHa_GDbMQFghEMAM&url=http://www.inatel.br/biblioteca/artigos-cientificos/2008/3817-uma-visao-dos-protocolos-para- redes-ethernet-industriais-e-suas-aplicacoes/file&usg=AFQjCNGiy-ggrid64rYfelo0kkFF11wjzA&sig2=JfyfJgojvl8ulDHIU5MVVA&bvm=bv.146094739, d.Y2I>. Acesso em: 07 fev. 2017.

MORAES, Cícero Couto de; CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de Automação Industrial.** 2. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2013.

SCRIMGER, Rob et al. **TCP/IP, a Bíblia.** 5. ed. Rio de Janeiro: Campus,

2002. SENAI CIMATEC (Salvador). **Curso de CLP.** Salvador: Senai,

2002.

SILEVIRA, Leonardo; LIMA, Weldson Q.. **Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial.** 2003. Disponível

em:
<http://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_13.pdf>.
Acesso em: 06 jun. 2015.

SILVA, Danielle Simone da; OLIVEIRA, José Alberto Nicolau de. **Rede Ethernet Industrial como Alternativa para Chão de Fábrica.** 2014. Disponível em:
<file:///C:/Users/grissi/Desktop/trabalho3_4.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2017.

SILVEIRA, Paulo Rogério da; SANTOS, Winderson E. dos. **Automação e Controle. Discreto.** 8. ed. São Paulo: Erica, 2002.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. **Sensores Industriais:** Fundamentos e Aplicações. 4. ed. São Paulo: Erica, 2005.

WEG INDUSTRIAS LTDA. **Automação de Processos Industriais.** São Paulo, 2011.

APÊNDICE A - Script do programa

```
"""comunicação
ModBus""" #importa
bibliotecas
from struct import pack, unpack
from pymodbus.constants import Endian
from pymodbus.interfaces import
IPayloadBuilder from pymodbus.utilities
import pack_bitstring from pymodbus.utilities
import unpack_bitstring
from pymodbus.exceptions import ParameterException
from pymodbus.client.sync import ModbusTcpClient as
ModbusClient from Tkinter import *
import ttk
#declaraçao
variavel
saida=bool

#Início da aplicação
class
   Application(Frame)
   : #Inicializacao
   def_init_(self, master=None):
      Frame._init_(self, master)
      self.createWidgets()
      self.pack()
      root.title("TCC
   GUI") #funcoes
   #modbus escrita
   variavel def
   desliga_m1(self):
      #client =
      ModbusClient('192.168.0.3')
      #client.write_coil(0,1)
      saida=0
      self.msg['text']=
      (saida)

   #modbus escrita
   variavel def
   liga_m1(self):
      #client =
      ModbusClient('192.168.0.3')
      #client.write_coil(0,1)
      saida=1
      self.msg['text']=
      (saida)
     #self.msg['text']= "liga m1"
```

```
#modbus leitura
def
status_m2(self):
   #client =
   ModbusClient('192.168.0.3')
   #saida = client.read_coils(2,1)
   return

#programa principal
def
createWidgets(self):
Label(self,text=' =
',font="Arial,
14",width=10).pack(si
de=TOP)
self.msg=Label(self,w
idth=10,font="Arial,
14")
self.msg.pack(side=T
OP)

   #botao fecha
   b = Button(self,
           text="FECHA",
           command=self.
           quit,
           fg="white",
           bg="blue",
           width=4,
           height=2,
           font="Arial,
           14")
   b.pack()

   #botao liga
   self.LIGA = Button(self)
   self.LIGA["text"] = "Liga"
   self.LIGA["fg"] = "red"
   self.LIGA["command"] =
   self.liga_m1 self.LIGA.pack({"side":
   "left"})

   #botao desliga
   self.DESLIGA =
   Button(self)
   self.DESLIGA["text"] = "desliga",
   self.DESLIGA["command"] =
   self.desliga_m1
   self.DESLIGA.pack({"side": "left"})
```

```
        #modbus
        leitura
        self.status_
        m2

        #configuraçao janela
        self.canvas = Canvas(root, width = 500, height =
        500) self.canvas.pack()

        if saida == 0:
            self.canvas.create_oval(10, 10, 30, 30,
        fill='white') elif saida == 1:
            self.canvas.create_oval(10, 10, 30, 30,

fill='red') #configura Janela

root = Tk()
app =
Application(master=root)
root.mainloop()
root.destroy()
```

UM ESTUDO SOBRE NOVAS FORMAS DE USINAGEM DE PEÇAS PEQUENAS E COMPLEXAS POR COMPLETO: ESTUDO DA MICROUSINAGEM COM TORNO AUTOMÁTICO CNC DE CABEÇOTE MÓVEL

José Barbosa da Silva Filho [1]

Cleber Balbino da Costa [2]

Roberto Giani Pattaro Junior [3]

Wallyson Thomas Alves da Silva [4]

RESUMO

Nos últimos anos, a crescente demanda do mercado consumidor por produtos mais acessíveis, tem feito com que as indústrias de manufatura em geral, invistam em novas tecnologias e em novos processos de fabricação, visando baixar custos e aumentar a produtividade e a qualidade das peças complexas. A usinagem é um dos mais importantes processos de fabricação. Com a aplicação de tornos automáticos a Comando Numérico Computadorizado - CNC de cabeçote móvel, este importante setor da indústria vem aumentando a sua participação no segmento da micro usinagem em peças pequenas e complexas, eliminando-se muitas etapas de fabricação com a aplicação de um único equipamento que permite em um só local tornear, furar, fresar axial e radial, gerar dentes de engrenagem, furar inclinado, e usinagens complementares no lado oposto da peça eliminando-se segundas ou terceiras operações. Até pouco tempo atrás, somente era possível a usinagem de uma peça complexa em múltiplas operações e em várias máquinas com muitos postos de trabalho, requerendo muitas fixações e operações até a sua completa usinagem. Esta condição comprometia a qualidade final e a produtividade das peças usinadas. Um importante setor que impulsionou as empresas a investirem em tornos automáticos CNC de cabeçote móvel, foi principalmente o setor da medicina com a usinagem dos implantes dentários e ortopédicos usinados em materiais como o Titânio, Inconel e Aço Inoxidável. Estes materiais requerem máquinas robustas e precisas para que possam atender as exigências de qualidade e precisão em um único equipamento. Atualmente, além da área da medicina, os setores automotivos, eletroeletrônicos, metais sanitários e defesa, aplicam com sucesso o torno automático CNC de cabeçote móvel. Este trabalho tem como objetivo estudar as novas formas de usinagens completas em máquinas CNC com cabeçote móvel.

Palavras-chave: Torno automático CNC de cabeçote móvel. Micro usinagem. Peças complexas - Swiss Type.

[1] E-mail: jose.bfilho@sp.senai.br
[2] E-mail: cleber.costa@sp.senai.br
[3] E-mail: roberto.gjunior@sp.senai.br
[4] E-mail: wallyson.silva@sp.senai.br

1. INTRODUÇÃO

A indústria de manufatura tem passado por muitas modificações deste a revolução industrial, os quais, métodos e processos de usinagem foram sendo aperfeiçoados no decorrer deste tempo com a introdução de novas tecnologias de usinagem. A indústria da micro usinagem esteve presente desde então até os dias atuais contribuindo para o avanço tecnológico na usinagem das peças pequenas e complexas. A Suíça foi o país precursor com a micro usinagem que de forma artesanal, através de seus jovens, começaram a competir entre as cidades, as quais fariam as menores peças possíveis e mais precisas, para ocuparem o tempo em uma cidade sempre muito fria e como já sabemos também, naquela época não havia internet, vídeo game e televisão para entretenimento, então estas competições serviam para ocupar o tempo e aprimorar mais e mais a precisão das peças pequenas e a habilidade manual de seus nobres artesãos, estas competições criaram muitas pequenas empresas de peças de precisão. Poucos no mundo como os suíços, tinham a habilidade de confeccionar peças tão minúsculas de precisão que se aprimoravam a cada dia. Estes fatos aconteceram em meados do século XVI. (JUNQUEIRA, 2011).

A Suíça construiu e comercializou por longo período as fantásticas caixas de música totalmente mecânicas e também os autômatos mecânicos além dos famosos relógios, figuras 1, 2, 3 e 4. Com o sucesso destes produtos que trouxeram visibilidade e comércio para a Suíça, fez com que o país se destacasse na micro manufatura.



Figura 1 - Autômato que escreve
Fonte: Elaborada pelo autor.



Figura 2 - Autômato 1880
Fonte: Elaborada pelo autor.

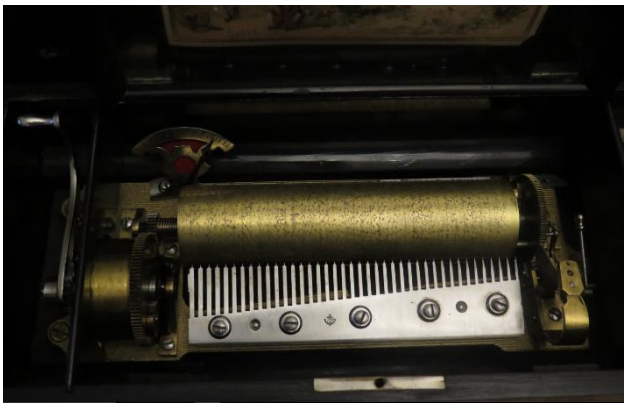


Figura 3 - Caixa de música restaurada
Fonte: (RELÓGIOS E CAIXAS DE MÚSICAS, 2017)



Figura 4 - Relógio mecânico
Fonte: (TECMUNDO, 2017)

Com o aumento da demanda destes produtos e grande competição entre eles, se fez necessário os produtores artesanais a pensarem em novas formas de fabricação e produção dos minúsculos componentes destes produtos tais como: engrenagens, eixos, pinos, buchas, amplamente utilizados nas caixas de músicas, autômatos e relógios para os tornarem mais produtivos. A invenção do processo de usinagem de estilo suíço é creditado a Jakob Schweizer um relojoeiro localizado na região de Bienne, Suíça.

Em 1872-1873, Mr. Schweizer desenvolveu o primeiro torno protótipo que se tornou uma invenção engenhosa com o cabeçote deslizante. Esta característica assegurou a rotação simultânea do material a ser usinado com o movimento longitudinal e também com porta ferramentas radiais que realizam simples movimentos para frente e para trás.

Desta forma, a máquina automática de tornear “estilo suíço” (conhecida como "Swiss Automatic Lathe" em países de língua inglesa) havia sido criada.

Esta máquina desenvolvida por Jakob Schweizer que até então era um segredo para usinar peças pequenas contra os seus concorrentes, tiveram a sua produção em grande escala com início na década de 1880 pelo industrial Suiço-alemão Nicolas Junker, criado em Moutier (um centro de relojoaria próspero na época) com a idéia de fabricar parafusos e pinhões para a indústria relojoeira. Junker acrescentou a máquina com novas melhorias, em especial com uma "combinação" de operações traseiras - contrafuso, cortadores radiais e alimentador de barras e a partir dai fundou a empresa Junker & Cie em Moutier, na Suíça. Embora a empresa tenha passado por muitas mudanças de nomes, continua sendo hoje um fabricante de máquinas-ferramenta e é conhecido como **Tornos, SA**. A área de Bienne hoje, continua a ser um centro da relojoaria suíça com indústrias de fabricantes muito conhecidos, como Rolex, Swatch, Omega SA e fabricante de relógios militares Glycine Watch.

O objetivo deste trabalho é exemplificar como estas máquinas podem nos ajudar nos processos atuais de usinagem a sermos mais competitivos, suas caracteristicas construtivas e seus principais acessórios utilizados.

2. REVISÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordados os assuntos que conferem a base téorica ao tema estudado, a saber: princípio de funcionamento do torno de cabeçote fixo e de cabeçote móvel, acessórios de fixação e guia da barra, magazines alimentadores de barras, porta ferramentas acionadas e ferramentas de corte para usinagens especiais.

2.1 Princípio de funcionamento do torno mecânico: cabeçote fixo

A usinagem com um torno mecânico, consiste em fixar o material em bruto da peça que será usinada em uma placa com 3 castanhas duras autocentrantes, figura 5 e fazer com que uma ferramenta de corte se movimente longitudinalmente ou transversalmente durante o giro da peça presa na placa. Conforme Ferraresi (1977) torneamento é um processo mecânico de usinagem destinado a obtenção de superfícies de revolução com o auxílio de uma ou mais ferramentas monocortantes.

Quanto a forma de sua trajetória, podemos ter vários tipos de torneamento a saber:

- Torneamento retilineo;
- Torneamento cilindrico;
- Torneamento cônico;
- Torneamento radial;
- Torneamento perfilamento;

A conclusão do produto final que desejamos que se chama peça; é obtida através da remoção de cavacos até a sua forma final.

Como o torno mecânico foi o primeiro equipamento de remoção de cavacos a surgir muito antes do torno de cabeçote móvel, sua capacidade de usinar peça possui certas limitações que deve ser observada quando se vai usinar uma peça de pequenas e médias dimensões ou peças complexas.

Para uma usinagem estável em torno mecânico ou até mesmo em torno CNC de última geração é sempre necessário observar como medida de segurança, a relação de comprimento por diâmetro que a peça irá ficar para fora do elemento de fixação que pode ser uma placa com 3 castanhas autocentrantes ou pinça de sujeição conforme figura 6.

Para peças consideradas rígidas com boa estabilidade de usinagem e com ótima capacidade de fixação sem apresentar risco de se soltarem durante a usinagem, recomenda-se uma relação de comprimento de peça para fora do elemento de fixação castanha da placa ou pinça, um comprimento de fixação de até 2,5 vezes o diâmetro externo da peça: 2,5 x D (D=diâmetro externo da peça) com a peça a ser usinada sem um apoio de fixação como por exemplo uma contra ponta.

Com o auxílio de uma contraponta este comprimento passa a ser de aproximadamente 8 x D (D=diâmetro externo da peça).

Estes valores de referência poderão ser modificados conforme o tipo de material a ser usinado, sua dureza e conforme a ferramenta de corte a ser empregada.

2.2 Torno mecânico com cabeçote fixo

Deve-se estudar cuidadosamente a estratégia de fixação e torneamento a ser empregada na peça e se esta será com ou sem contraponta. Este cuidado que o profissional de usinagem deve ter, vale tanto para os tornos mecânicos convencionais manuais como para os tornos a comando numérico CNC de última geração, conforme figuras 5 e 6.

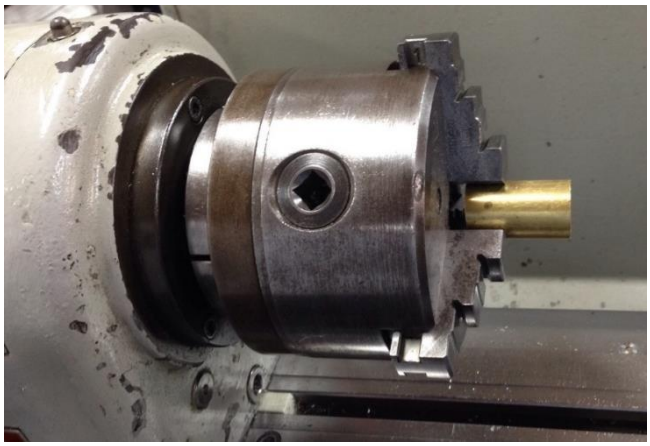


Figura 5 - Torno Schaublin 102 VM - fixação de peças curtas: L= 2,5 x D
Fonte**:** Elaborada pelo autor.



Figura 6 - Torno Schaublin 102 VM - fixação de peças longas: L= 8,0 x D
Fonte**:** Elaborada pelo autor.

No torno de cabeçote fixo como o próprio nome diz, a peça fica presa na placa ou pinça no cabeçote que não se move, em uma posição fixa em relação a base da máquina sem deslocamento longitudinal. As usinagens de torneamento, furação, fresamentos com dispositivos, ocorrem com o deslocamento longitudinal ou transversal das ferramentas de corte simulanêamente ou não, com o giro da placa ou pinça para realização das operações de usinagens até a completa conclusão da peça.

2.3 Princípio de funcionamento do torno com cabeçote móvel

O torno com cabeçote móvel possui uma particularidade em sua condição de usinagem que é somente trabalhar com barras de material trefilado ou retificado; falaremos sobre as barras de material posteriormente. Neste conceito de máquina, as ferramentas de corte estão dispostas muito próximas do ponto de apoio da barra na área de corte, figuras 7 e 8.

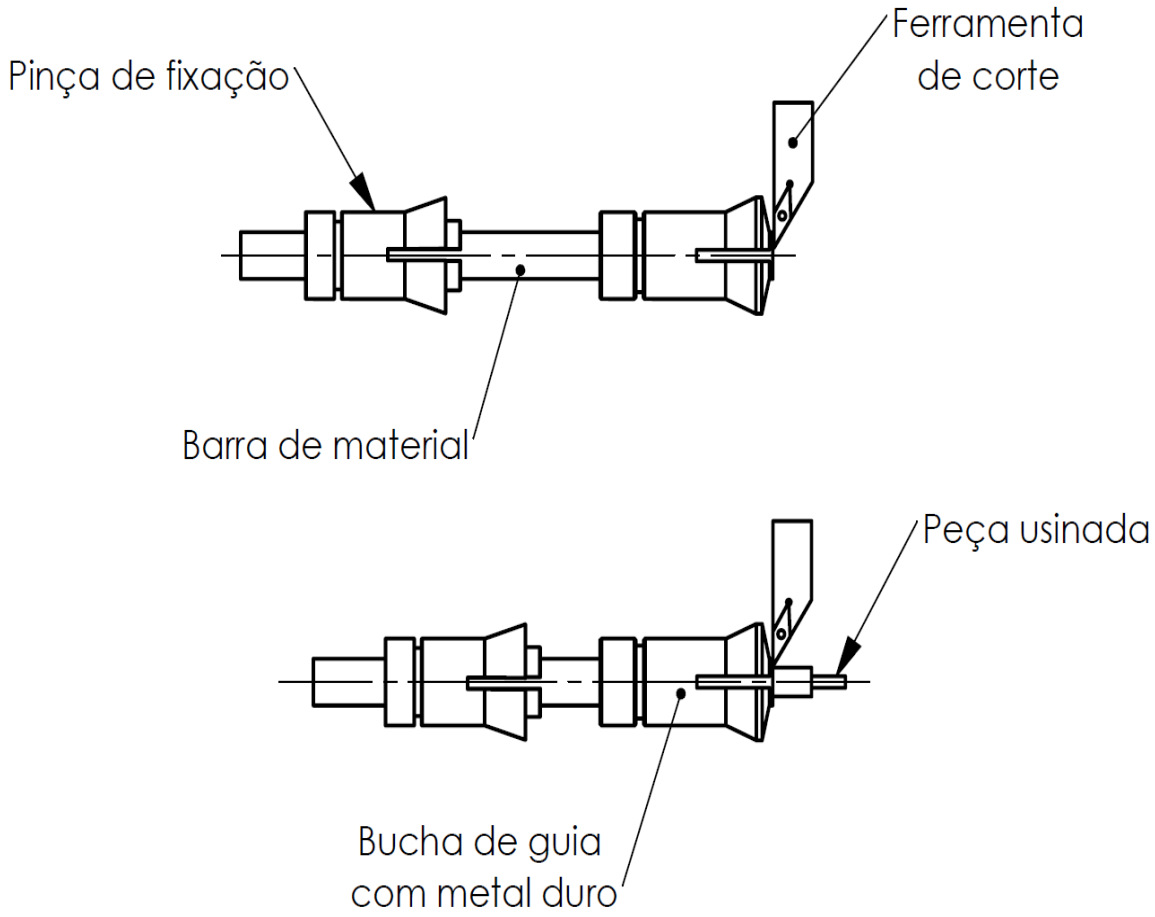


Figura 7 - Funcionamento

Fonte: Elaborado pelo autor.

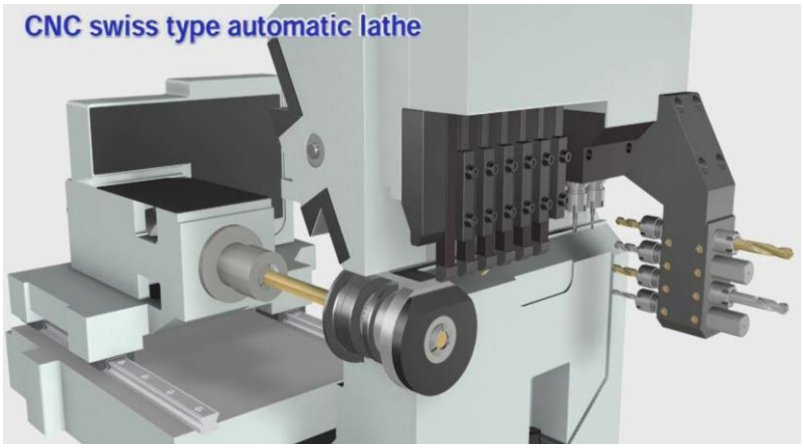


Figura 8 - Cabeçote móvel eixo "Z"
Fonte: (STAR CNC MACHINE TOOL CORP, 2006)

A pinça de sujeição (fixação) que se encontra montada dentro do conjunto cabeçote móvel é a responsável por manter a barra de material presa durante a usinagem permitindo um deslocamento longitudinal da barra no eixo Z, figura 9 e também esta fixação é responsável pelo sentido de giro horário ou anti-horário da barra de material durante a usinagem.

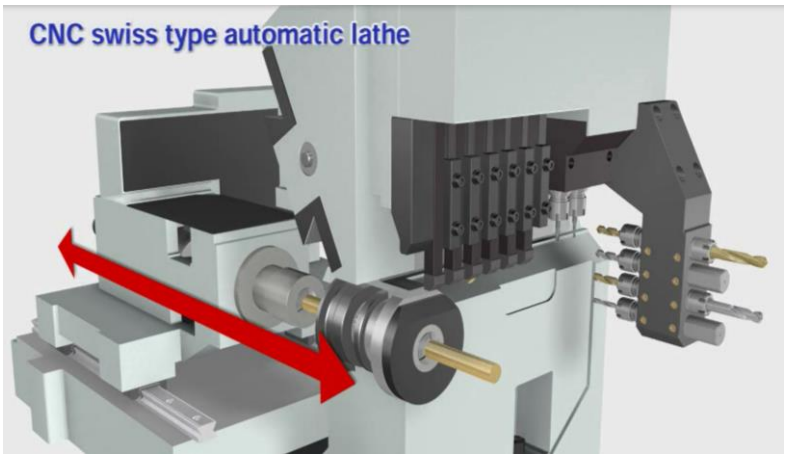


Figura 9 - Cabeçote móvel eixo "Z" avançado

Fonte: (STAR CNC MACHINE TOOL CORP, 2006)

A pinça de sujeição, figura 10 é construída em aço temperado para evitar o seu desgaste prematuro e manter a sua flexibilidade de abertura e fechamento e garantia de fixação da barra por longo tempo. A pinça de fixação pode ser construída com canais internos (groove=canais) ou sem canais internos (smooth=lisa).

Quando se deseja usinar uma peça que possui um diâmetro pequeno (exemplo: 5 mm) e que o esforço de corte será pequeno também em função da pouca profundidade de corte e avanço durante o passe de usinagem, normalmente para poucas remoções de material utilizamos uma pinça lisa na fixação da barra. Para a usinagem de peças onde será necessário alguns passes de usinagem em desbaste partindo-se de um diâmetro de 20 mm por exemplo, até a sua conclusão, nestas condições um aumento dos esforços de corte durante a usinagem exerce uma força de reação contrária ao movimento da barra e pode fazer com que a barra de material escorregue na pinça de fixação se esta internamente for lisa gerando erro no comprimento da peça e possíveis colisões de ferramentas com a barra que não retornou para dentro da bucha de guia e ficou com um comprimento maior.

Para evitarmos que o material escorregue na pinça, recomenda-se usar uma pinça de sujeição com canais internos para uma maior força de fixação sobre o diâmetro externo da barra de material. Quando o torno possui um contra cabeçote (contra fuso para segundas operações), o agarre da peça usinada durante a operação de corte será realizado por uma pinça lisa para não danificar o diâmetro previamente usinado.



Figura 10 - Pinça de fixação

Fonte: (HARDINGE, 2017)

Um outro componente de vital importância na usinagem de precisão que garante a estabilidade da peça durante a sua movimentação e usinagem, chama-se “bucha de guia com metal duro”. Esta bucha de guia com metal duro é montada na parte frontal do torno e sua função é suportar os deslocamentos deslizantes da barra e os esforços de usinagem gerados. O conjunto porta bucha de guia pode ser giratório sincronizado com o fuso principal ou de giro livre. A bucha de guia suporta a barra de material da peça com resultado final similar a usinagem de um torno mecânico quando se utiliza luneta móvel de suporte a usinagem longitudinal durante o corte de peças delgadas. O corpo da bucha de guia é construido em aço e a parte interna deslizante por onde passará a barra de

material é de metal duro que é bem resistente ao atrito e desgaste, mantendo precisão e longa vida útil.



Figura 11 - Bucha de guia com metal duro

Fonte: (HARDINGE, 2017)

2.4 Suporte porta ferramentas

As ferramentas fixas de corte poderão estar dispostas no campo de trabalho montadas em forma de uma torre linear também conhecida como "gang tool post" conforme figura 12 ou em forma de torre circular conforme figura 13 como tradicionalmente é aplicada aos tornos CNC clássicos ou um sistema misto. Estes tipos de torres também permitem a aplicação de ferramentas acionadas. Esta torre pode se deslocar nos eixos "X", "Y" e em alguns casos na direção do eixo "Z" e podem receber mais de 20 ferramentas de corte.

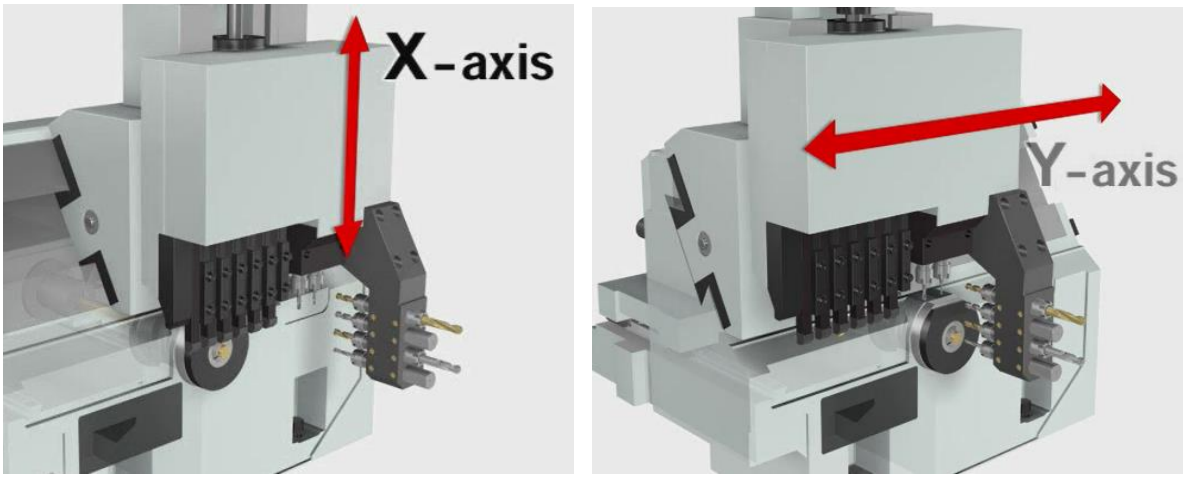


Figura 12 - Torre linear "Gang tool post"

Fonte**: (**Star CNC Machine Tool Corp., 2006)

2.5 Suporte porta ferramentas acionadas

As ferramentas acionadas de corte poderão estar dispostas no corpo da "gang tool" ou na torre circular permitindo que se realize operações de fresamentos, furações e rosqueamentos frontal e axial garantindo principalmente nas peças pequenas e complexas, a inexistência de segundas ou terceiras operações uma vez que durante o ciclo de usinagem todas as operações são realizadas juntas garantindo a precisão das tolerâncias de forma e posição.

Acessórios adicionais que venham complementar a usinagem da peça, poderão ser instalados na torre linear (gang) ou na torre circular conforme figuras 12 e 13, segue abaixo alguns porta ferramentas aplicados.

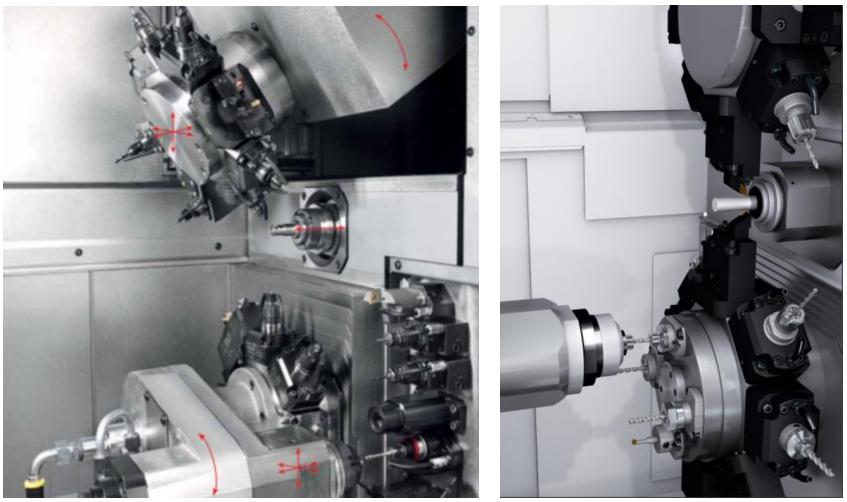


Figura 13 - Torre circular com ferramentas acionadas
Fonte: (INDEX TRAUB, 2017)

2.6 Porta ferramenta para turbilhonar rosca externa

Com este porta ferramenta, figura 14, podemos usinar rosca externa com passo continuo ou variável em um único passe de profundidade conforme insertos de corte figura 15, montados no porta ferramenta de turbilhonar, o passo da rosca pode ser simples, de dupla ou tripla entrada, cônica ou paralela. Este porta ferramenta possui grande aplicação na usinagem de peças para o setor da indústria da medicina como implantes dentários e ortopédicos. A qualidade final da rosca é superior ao cortado passada por passada com ferramenta monocortante e é mais rápida a sua execução do que o método convencional, com maior vida útil da ferramenta de corte. A usinagem ocorre de forma sincronizada entre a rotação do eixo "C" com o avanço do eixo "Z" do cabeçote móvel, nesta condição o porta ferramenta se encontra com seus insertos na profundidade de corte

e com o ângulo de hélice da rosca já ajustado mecanicamente no porta ferramenta quando a máquina não possui eixo “B”.

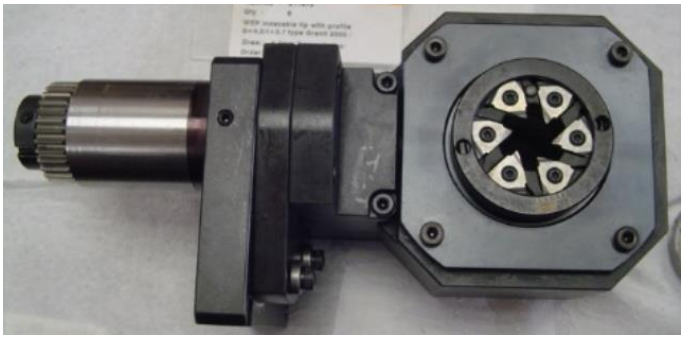


Figura 14 - Porta ferramenta turbilhonador de rosca externa
Fonte: (STAR CNC MACHINE TOOL CORP., 2017)



Figura 15 - Insertos de corte
Fonte: (SANDVIK COROMANT, 2017)

2.7 Porta ferramenta duplo ou triplo frontal acionado

Usinagens frontal são realizadas com este porta ferramenta conforme figura 16, que podem ser operações de furar, fresar e roscar. As operações podem ser fora do centro da peça uma vez que este suporte tem acionamento independente. O eixo “C” do fuso cabeçote móvel é responsável pelo posicionamento angular ou giro sincronizado para fresamento interpolado frontal interno ou externo, figura 17.

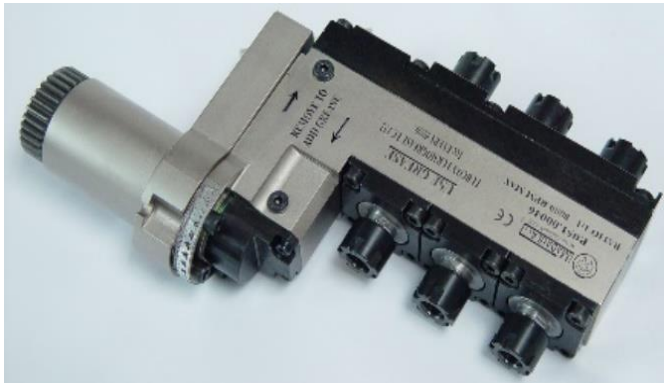


Figura 16 - Porta ferramenta - fresamento frontal triplo acionado
Fonte: (MADAULA, 2017)



Figura 17 - Implante dentário
Fonte: (NOBEL BIOCARE, 2017)

2.8 Porta ferramenta acionado para fresar engrenagem

Um recurso muito utilizado para peças que precisam ser usinadas prontas em operação única, figura 18. O giro sincronizado da peça no cabeçote móvel eixo “C” simultâneo com o deslocamento em “Z” fazem com que a usinagem da engrenagem seja realizada rapidamente. Porta ferramenta com grande aplicação na usinagem de peças de relógio e componentes mecânicos em geral, figura 19.

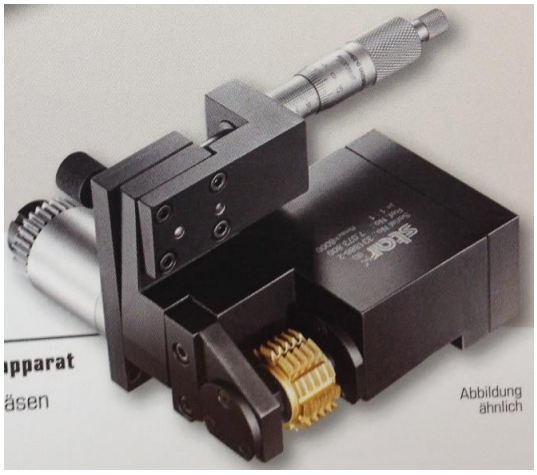


Figura 18 - Porta ferramenta fresar engrenagem

Fonte:(STAR CNC MACHINE TOOL CORP., 2017)

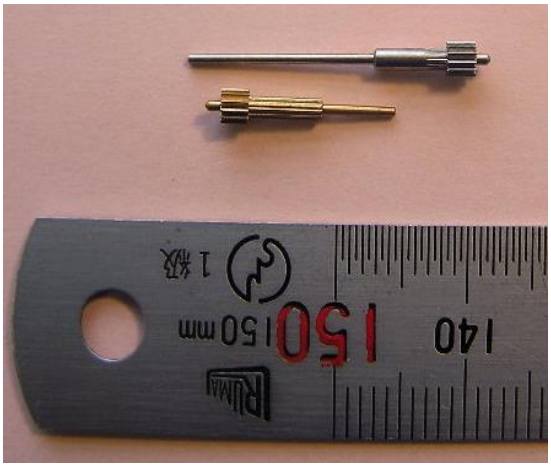


Figura 19 - Micro engrenagem

Fonte: Elaborada pelo autor.

2.9 Porta ferramenta elétrica ou pneumática de alta rotação

Quando existe a necessidade de realizar micro fresamentos ou micro furos com a peça presa no contra fuso, devemos utilizar uma turbina elétrica ou pneumática para que a velocidade de corte na operação em função do pequeno diâmetro da fresa ou da broca fique em condições ideais de corte. Turbinas elétricas podem atingir até 60.000 rpm, controlamos esta rpm através de uma unidade externa de controle própria. Turbinas pneumáticas possuem rotação constante de 30.000 rotações por minuto.

Estas turbinas pneumáticas são utilizadas para a usinagem de roscas internas de pequenas dimensões M1,4 - M2,0 por turbilhonamento interno nas peças do segmento dos implantes dentários em materiais como o titânio e o Inconel, e as turbinas elétricas, aplicamos para micro fresamentos de encaixes internos como por exemplo o perfil “Torx” e também na usinagem de roscas internas de pequenas dimensões.

As roscas internas (M1,4) nos implantes dentários possuem uma relação de comprimento maior do que 3 vezes o diâmetro da rosca e precisam ser usinadas sem rebarbas internas com excelente acabamento superficial, permitir correção dimensional pelo CNC e o seu cavaco tem que ser bem reduzido quase que a pó para evitar acúmulo

de cavacos no fundo da rosca que pode permitir também um acúmulo futuro de bactérias, por estes motivos utilizamos o turbilhonamento interno, figura 21.

A utilização de uma ferramenta tradicional para rosca interna chamada “macho” não dá o resultado esperado na usinagem de rosca interna de pequeno diâmetro e não permite controle de medida (correção) pelo CNC uma vez que ele possue dimensão definida e quebra-se facilmente na usinagem de material pastoso como é o caso do material titânio.

As turbinas elétrica ou pneumática, figura 20, são instaladas na estação com ferramentas acionadas para trabalhar as peças no lado do corte.

Tanto a operação de turbilhonar interno como o fresamento do perfil “Torx” interno, figura 21 ou externo com micro ferramentas, os perfis são gerados em movimentos simultâneo do eixos “C” (contra fuso) e eixo “X”.

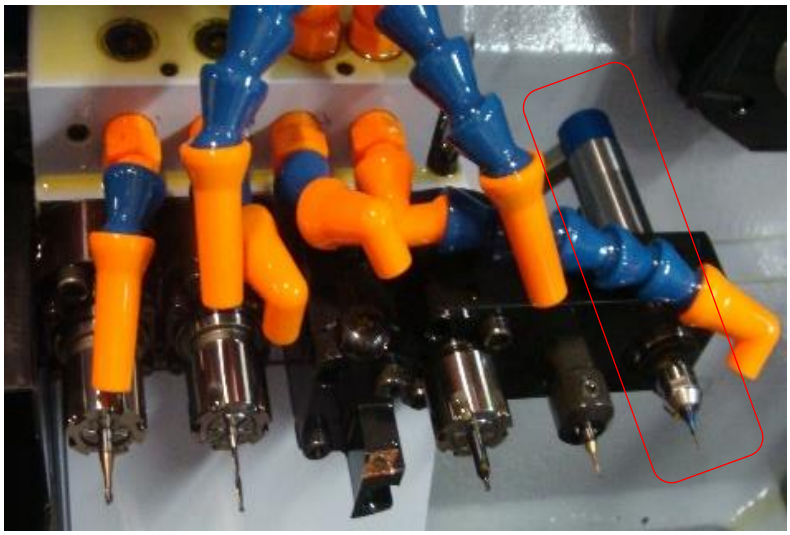


Figura 20 - Estação com ferramentas acionadas - usinagens no lado do corte
Fonte: Elaborada pelo autor.



Figura 21 - Turbilhonador de rosca interna
Fonte: (ZECHA, 2017)



Figura 22 - Micro fresado perfil Torx
Fonte**:** (DIRECTINDUSTRY , 2017)

2.10 Carro contra fuso - usinagem no lado do corte

Em oposição ao cabeçote móvel, encontramos o contra fuso, figuras 23 e 24 com movimentos nos eixos “X2” e “Z2” e em alguns casos também no eixo “Y2”. O contra fuso tem a função de agarrar a peça usinada em primeira operação com giro sincronizado através de uma pinça lisa para a operação de corte onde ocorre a separação completa da peça através de usinagem por um bedame de corte.

Simultaneamente ao se iniciar um novo ciclo de usinagem no cabeçote móvel, o carro contra fuso se desloca lateralmente e através do auxilio de ferramentas fixas ou acionadas posicionadas frontalmente ou perpendicular à peça agarrada, realizam as operações necessárias no lado do corte para terminar completamente a usinagem da peça - figura 23.

Máquinas equipadas com contrafuso e com ferramentas acionadas montadas em uma estação dedicada, usinam a peça por completo em um único posto de trabalho.

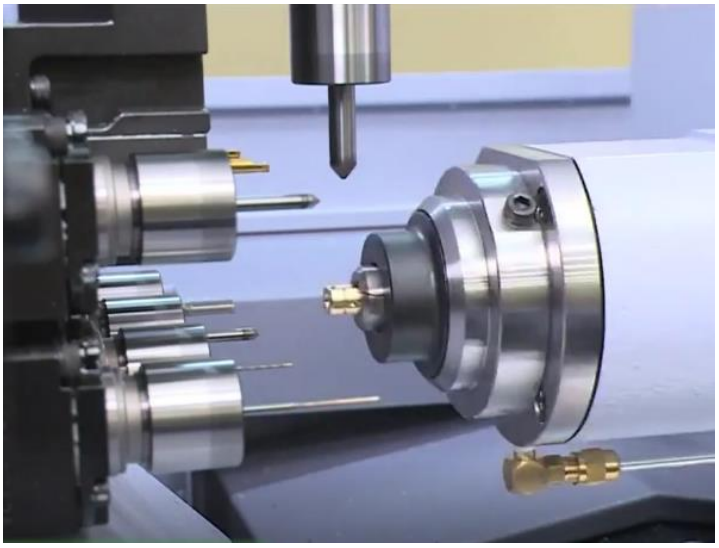


Figura 23 - Carro contra fuso e estação com ferramentas acionadas para usinagens no lado do corte
Fonte**:** (STAR CNC MACHINE TOOL CORP.,2017)

2.11 Sistema de refrigeração alta pressão de 140 Bar

Ao longo do tempo e cada vez mais usuários utilizando os tornos com cabeçote móvel, verificou-se a necessidade de adicionar acessórios complementares dedicados para cada aplicação para fazer com que o processo de usinagem tenha automonia de produção e efetividade do equipamento em todas as operações de usinagem nos mais diversos tipos de materiais a serem usinados.

A melhoria do sistema de refrigeração de alta pressão trouxe muitas vantagens e uma evolução tecnológica aos tornos com cabeçote móvel. Os beneficios de tal sistema incluem melhoras na quebra dos cavacos, além do mais importante, o sistema permite processos como a furação profunda de diâmetro 2,0 mm por 50 mm de comprimento com uma broca com refrigeração interna para facilitar a saida dos cavacos sem apresentar avarias e até quebra de uma broca através de uma refrigeração eficiente da área de corte pelo centro da broca.

Com o fornecimento de uma refrigeração de alta pressão de 140 bar, figura 24, passando por dentro de uma broca, evitamos ter que usar um ciclo repetitivo (pica-pau) para limpeza e descarga do cavacos durante a furação que é um ciclo muito demorado para furação profunda, sendo assim podemos afirmar que a aplicação do liquido refrigerante em alta pressão nas operações de furações reduzem significativamente os tempos de ciclos de usinagem.

Peças tipo “parafuso canulado”, figura 25, amplamente utilizado no segmento da ortopedia, tem sua furação passante de diâmetro pequeno facilitada com a aplicação de uma bomba de alta pressão.

Outros beneficios incluem a vida útil prolongada das ferramentas de corte uma vez que o óleo faz uma película lubrificante entre a peça e a ferramenta formando uma película de óxidos que diminui o coeficiente de atrito e, consequentemente, a geração de calor conforme Diniz, Coppini e Marcondes (2013), o jato de óleo a alta pressão também impede que se forme aresta postiça que é danosa para a ferramenta de corte, outra vantagem e a sua capacidade de facilitar o corte de materiais exóticos, como ligas resistentes a altas temperaturas, Inox, Titânio e Inconel para citar como exemplos e aços ferramenta M2, que anteriormente apresentavam dificuldades na capacidade de quebrar o cavaco durante a usinagem em passe único e que agora é facilitado com o auxílio do jato de óleo a alta pressão.

O sistema pode lidar com refrigerantes à base de òleo e a base de àgua, embora o óleo integral seja mais utilizado nas máquina com cabeçote móvel por garantir uma refrigeração e lubrificação eficiente durante o corte. As unidades de refrigeração a alta pressão, são fabricadas integradas com um sistema de refrigeração interna recirculante do óleo para manter a sua temperatura com pouca variação pois sabemos que o óleo integral aquece mais após a usinagem do que o óleo miscível em água (óleo solúvel).

Os sistemas de alta pressão possuem um conjunto para filtragem do óleo integral e de suas impurezas para não deixar passar cavacos menores do que 5 microns, cavacos maiores são “barrados” pela bomba e sistema de filtragem básica da máquina.





Figura 24 - bomba de alta pressão
Fonte**:** Elaborada pelo autor.



Figura 25 - Parafuso canulado
Fonte**:** (GM REIS, 2017)

Recomenda-se a aplicação de um exaustor de névoa eletrostático para a retirada dos vapores da usinagem em conjunto com o sistema de bomba de alta pressão para evitar que os fumos provenientes da usinagem atinjam o meio ambiente e que sejam inaladas pelo operador da máquina e operários do setor de usinagem, fazendo desta forma, um local de trabalho mais limpo e menos insalubre para todos.

2.12 Eixo controlado CNC “B”

Um eixo com a denominação “B”, conforme figura 26, de construção rígida para a usinagem de peças complexas, que permite furar, fresar e rosquear em ângulo livremente programado pelo CNC, foi adicionado recentemente ao torno com cabeçote móvel aumentando ainda mais a sua flexibilidade na usinagem de peças complexas. Este eixo CNC B pode trabalhar simultaneamente sincronizado com os eixos Z (longitudinal do cabeçote móvel), eixo X (radial), Y (transversal) e eixo C (movimento controlado do giro da peça), desta forma uma peça pode ser usinada com a ferramenta em contato em 5 eixos - X, Y, Z, C e B.

A estação porta ferramenta eixo “B”, pode ser equipada com 3 ou 4 ferramentas acionadas com possibilidade de usinagens com a peça presa no cabeçote móvel ou no contra fuso. Com uma rotação máxima de até 9.000 rotações por minuto disponível nas ferramentas acionadas, pequenos fresamentos ou furos, são realizados com grande facilidade.

Com esta unidade “B”, elimina-se a construção de brocas escalonadas e fresas cônicas e também portas ferramenta inclinado de ajuste manual para furação, fresamento e roscas em posições definidas. Com o eixo “B” permite-se usinar furos de diâmetros grandes inclinados pelo processo de interpolação até chegar na dimensão desejada. Com o auxílio deste eixo CNC “B”, os implantes dentários angulados, figura 27 e outros perfis inclinados são usinados mais facilmente.

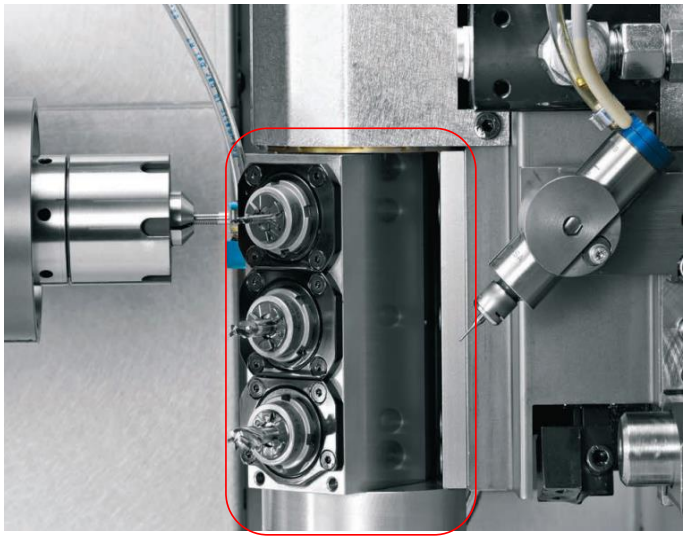


Figura 26 - Eixo CNC B
Fonte: (TORNOS, 2017)



Figura 27 - Implante dentário angulado

Fonte: (TORNOS, 2017)

2.13 Magazine alimentador automático de barras

O torno com cabeçote móvel tem uma particularidade em seu princípio de funcionamento, de forma que os trabalhos a serem realizados nesta máquina devem partir sempre de uma barra de material de qualquer perfil, na condição de fabricação trefilada, extrudada ou retificada com comprimento de mercado de até 3.200 mm.

A aplicação de um magazine alimentador automático de barras visa dar ao torno com cabeçote móvel, uma autonomia para a sua produção contínua por horas ininterruptas de produção uma vez que o magazine de barras em comunicação com a máquina, faz toda a alimentação de um novo comprimento de peça, usinagem da peça e descarga do resto da barra.

Quando a barra chega ao seu final, o controlador eletrônico do magazine de barras informa ao CNC da máquina que mais um ciclo de usinagem não é possível pois o comprimento restante disponível não permite a usinagem de mais uma peça, quando se chega a esta condição o magazine de barras efetua automaticamente a troca completa para uma nova barra e início de um novo ciclo automático de usinagem.

Para cada tipo/perfil de peça a ser usinada (redonda, quadrada, sextavada, perfil especial) deve-se escolher corretamente o magazine de barras que irá trabalhar em conjunto com a máquina tendo em vista a sua facilidade de manuseio e flexibilidade na mudança para um novo diâmetro / perfil de peça (*setup*) e a capacidade de trabalhar com altas rotações sem vibrações.

Os magazines de barras, figuras 28 e 29, dão autonomia para que a máquina trabalhe durante 24 horas, inclusive nos finais de semana sem supervisão, totalmente automático em um galpão com luzes apagadas e 100% sem supervisão humana. As barras de materiais devem possuir uma excelente retilinidade com uma flexa máxima menor ou igual a 0,5 mm por 1.000 mm de comprimento para minimizar vibrações quando solicitadas a altas rotações que podem chegar em até 15.000 rpm e que barras podem prejudicar quando muito empenadas, tanto o acabamento superficial e as dimensões das peças, como o funcionamento e a vida útil da máquina e das micro ferramentas de corte. Materiais empenados reduzem a produtividade da máquina e os lucros da empresa.



Figura 28 - Magazine alimentador automático de barras
Fonte: (IEMCA, 2017)



Figura 29 - Magazine alimentador automático de barras instalado no torno com cabeçote móvel
Fonte: (LNS, 2017)

2.14 Ferramentas de corte

As ferramentas de corte são itens de fundamental importância para o ótimo desempenho da máquina na usinagem de micro peças ou peças maiores, são as ferramentas de corte e principalmente as de torneamento que darão o formado desejado na peça e possuem a missão de direcionar o cavaco gerado da usinagem para fora da área de corte evitando-se que este cavaco venha a danificar a superfície da peça previamente usinada ou a bucha de guia.

Nas usinagens em máquinas com cabeçote móvel, raramente executamos a usinagem de uma peça com um ciclo de desbaste longitudinal prévio com uma ferramenta de desbaste antes de uma usinagem em acabamento como é muito comum em operações de torneamento nas máquinas CNC com cabeçote fixo, na maioria dos casos, a usinagem para a obtenção do diâmetro final desejado é realizada em um único passe no torno de cabeçote móvel já na medida desejada.

Todas as ferramentas de corte para a obtenção da peça final, devem possuir características próprias em sua construção para atender plenamente este mercado de usinagem de micro peças em seus diferentes tipos de materiais.

Recomenda-se que as ferramentas de corte, brocas, fresas, insertos de metal duro, machos, alargadores possuam as seguintes características de fabricação:

- Aresta de corte bem afiada para a usinagem de peças pequenas;
- Excelente escoamento de cavacos durante a usinagem, ângulo de saída positivo;
- Raios da ferramenta 0,1 ou aresta viva necessário para peças pequenas;
- Substrato micro grão com ótima resistência ao desgaste da aresta de corte.

Atualmente é possível encontrar no mercado diversos fornecedores de ferramentas de corte e suportes de ferramentas para cada necessidade, cada vez mais especializados na usinagem de peças pequenas. Sistemas de troca rápida de ferramentas, figura 30 também estão disponíveis para uma rápida preparação da máquina.



Figura 30 - Porta ferramentas sistema troca rápida

Fonte: (SANDVIK COROMANT,2017)

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O torno automático CNC com cabeçote móvel é uma realidade na usinagem de peças complexas impulsionado principalmente pelas indústrias da medicina, eletroeletrônica, automotiva, micro mecanismos e outros, empresas estas que estão aplicando cada vez mais estas máquinas em suas operações de usinagem porque encontraram neste tipo de equipamento, produtividade, qualidade, precisão, confiabilidade e flexibilidade de se elaborar a usinagem de peças complexas por completo em um único posto de trabalho conforme demonstrado, tornando os seus produtos competitivos em seu mercado local e global.

Com uma grande flexibilidade na aplicação de porta ferramentas standard ou especiais, estes acessórios garantem a fabricação de praticamente todas as geometrias de peças possíveis dentro de sua gama de atuação.

O torno automático CNC com cabeçote móvel se integra completamente com a nova revolução industrial 4.0 onde podemos gerenciar todos os acessórios que compõe o funcionamento da máquina administrando-os de tal forma que se obtenha um rendimento ocupacional da máquina e seus acessórios próximos de 100%, funcionando initerruptamente em terceiro turno em um galpão escuro 24 horas por dia durante 7 dias por semana, produzindo peças totalmente dentro de suas especificações técnicas de projeto.

REFERÊNCIAS

COPPINI, Nivaldo Lemos. **Usinagem enxuta.** São Paulo: Artliber, 2015.

CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia Mecânica.** v.2. 2.ed. São Paulo: McGraw-Hill,1986.

CUNHA, Lauro Salles; CRAVENCO, Marcelo Padovani. **Manual prático do mecânico.** 9. ed. São Paulo: Hemus, 2003.

CAIXA DE MÚSICA. **Relógio e caixa de música**. 2017. Disponível em: <http://www.relogioecaixademusica.com.br/IMG_0641_1.jpg>. Acesso em: 05 set. 2017.

DINIZ, Anselmo Eduardo; MARCONDES, Francisco Carlos; COPPINI, Nivaldo Lemos. **Tecnologia da usinagem dos materiais.** 8.ed. São Paulo: Artliber, 2013.

DIRECTINDUSTRY. **Ferramenta de turbilhonar externo**. 2017. Disponível em: <http://www.directindustry.com/prod/sandvik-coromant/product-14460-551078.html>. Acesso em: 9 out. 2017.

DIRECTINDUSTRY. **Bahco chave perfil Torx**. 2017. Disponível em: <http://www.directindustry.com/pt/prod/bahco/product-11555-1219075.html>. Acesso em: 17 out. 2017.

FERRARESI, Dino. **Usinagem dos metais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

GMREIS. **Produtos:** parafuso canulado. 2017. Disponível em: <http://www.gmreis.com/produtos/membro_superior/parafusos_canulados/mini_parafuso_canulado_de_compressao__40_mm_rosca_parcial>. Acesso em: 5 mai. 2017.

HARDINGE. **Pinças e buchas de guia**. 2017. Disponível em: <http://hardinge.com/ProductCatalog/Product/78>. Acesso em: 05 maio 2017.

IEMCA. **Magazine de barra modelo Elite 112**. 2017. Disponível em: <http://www.iemca.com/media/products/attachments/IEMCA_Elite_112_Soft_Touch[br].pdf>. Acesso em: 9 out. 2017.

INDEX-TRAUB. **Tornos de cabeçote móvel TNL** 32. 2017. Disponível em: <https://br.index-traub.com/pt/traub/tornos-de-cabecote-movel-automaticos/tnl32/>. Acesso em: 13 jun. 2017.

LNS. **Máquina e alimentador de barras** Disponível em: <http://www.lns-asia.com/>. Acesso em: 9 out. 2017.

. 2017.

MADAULA. **Porta ferramenta acionada**. 2017. Disponível em: <http://www.madaula.com/PDF/catalogues/PTHA-SWISS-R2.1.pdf>. Acesso em: 9 out. 2017.

MMSONLINE. **Sistema de troca rápida de ferramentas**. 2017. Disponível em:

<https://www.mmsonline.com/articles/the-new-rules-of-cutting-tools----rule-1-do-more-with-your-machine>. Acesso em: 17 out. 2017.

MEDICAL. **Implante trilobular**. 2017. Disponível em: <http://www.medicalexpo.com/pt/prod/nobel-biocare-services-ag/product-73432-656930.html>. Acesso em: 26 jul. 2017.

NETOOLCORP. **Bomba de alta pressão**. Disponível em: <http://www.netoolcorp.com/Products/nj2000.shtml>. Acesso em: 15 ag. 2017.

O MUNDO DA USINAGEM. **Turbilhonador de rosca**. 2017. Disponível em: <https://issuu.com/omundodausinagem/docs/omu_n63_2010>. Acesso em: 26 jun. 2017.

PORTO, Arthur José Vieira. **Usinagem de ultraprecisão.** São Carlos: Fapesp, 2004.

RELÓGIOS. **Relógios complexos**. 2017. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/relogio/75345-arte-veja-feito-relogios-complexos-criados-video.htm>. Acesso em: 05 set. 2017.

SILVA, Sidnei Domingues da. **Torno CNC.** São Paulo: Érica, 2015.

SOUZA, Adriano Fagali; ULBRICH, Cristiane Brasil Lima. **Engenharia integrada por computador e sistemas CAD/CAM/CNC.** São Paulo: Artliber, 2009.

STEMMER, Gaspar Erich. **Ferramentas de corte I**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2001.

STARCNC. **Vídeos de usinagem**. 2017. Disponível em: <http://starcnc.com/videos/>. Acesso em: 18 fev. 2017.

TORNOS. **Torno de cabeçote móvel modelo EvoDeco 10/16**. 2017. Disponível em: <https://www.tornos.com/sites/tornos.com/files/data/Brochure/EvoDECO_10_16/evodeco_10-16_eng_web.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2017.

UNIVERSO DOS VIAJANTES. **Suiça história dos relógios**. 2016. Disponível em: <http://www.universodosviajantes.com/suica-historia-dos-relogios/>. Acesso em: 8 dez. 2016.

WHIZCUT. **Ferramentas de corte**. 2017. Disponível em: <http://www.whizcut.com/external_turning/>. Acesso em: 10 jan. 2017.

ZECHA. **Ferramentas de corte**. 2017. Disponível em: <http://zecha.de/en/cutting-tools/dental-technology/whirl-thread-cutter/160-460-solid-carbide-whirl-thread-cutter>. Acesso em: 05 ago. 2017.

VALIDAÇÃO DIMENSIONAL DA OPERAÇÃO DE RETÍFICA *CENTERLESS* E RETÍFICA PLANA POR PLATÔ

Eduardo Augusto Liryo de Nóbrega [1]

Guilherme Henrique Preterotti [2]

João Neto Eduardo de Souza [3]

Wallyson Thomas Alves da Silva [4]

RESUMO

Este estudo tem como objetivo validar e comprovar as dimensões de um produto denominado pólo móvel, parte integrante de um injetor de combustível, como resultado final de uma cadeia complexa de manufatura industrial. Tais medidas de controle serão determinadas pelo processo de retificação a partir das tolerâncias, do batimento axial e da rugosidade da peça. A medição será controlada por uma máquina compacta de medição de formas e um rugosimetro de bancada. Após a etapa dimensional este trabalho irá fazer o estudo de capabilidade de um lote de peças, assim completando o processo de validação. Esperamos concluir com este estudo a capabilidade destes processos acima mencionados.

Palavras-chave: Batimento axial; Rugosidade; Capabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A finalidade desse trabalho é validar o processo de retificação do item mencionado acima através de uma máquina compacta de medições de forma denominada rotondimetro e conferir também o acabamento superficial através de um rugosimêtro de bancada.Após esses processos as medidas serão lançadas em um software de controles estatísticos para ser feito o estudo de capabilidade.

2. REVISÃO TEÓRICA

Batimento axial: O batimento axial circular axial pode ser definido que existe no sentido do eixo. O campo de tolerância é limitado em qualquer posição radial por duas circunferências idênticas, afastadas axialmente a uma distância de “X”, definindo uma superfície cilíndrica cuja linha de centro coincide com a linha de referência . Metrologia e controle dimensional: Conceitos, Normas e Aplicação – Por João Cirilo da Silva Neto.

[1] E-mail: eduardo.alnobrega@gmail.com
[2] E-mail: ghpreterotti@gmail.com
[3] E-mail: neto@dialc.com.br
[4] E-mail: wallyson.silva@sp.senai.br

Rugosidade: "O menor efeito cíclico do corte em superfícies usinadas.“

“As marcas deixadas pela usinagem são o resultado de trabalhar o metal. Se olharmos de perto elas são como montes e vales regulares produzidos pelo corte, retificação, abrasão e eletroerosão e também pelas vibrações no processo.” Introdução à Manufatura - Por Michael Fitzpatrick; Data da primeira publicação: Junho 2013

Capabilidade: “Basicamente, os índices de capabilidade trazem resultados que traduzem a capacidade da produção em atender ou não as especificações iniciais de projeto.” Desenho técnico mecânico: Do planejamento do produto ao controle de qualidade - Por Alessandro Roger Rodrigues, Aldo Braghini Junior, Adriano Fagali de Souza, Lincoln Cardoso Brandão, Zilda de Castro Silveira. Data da primeira publicação: 15 de outubro de 2014.

3. METODOLOGIA

Batimento Axial : Para a realização dessa medição, o componente polo móvel conforme Figura 1, foi fixado em um dispositivo chamado pinça de expansão fixado em uma placa de três castanhas sobra a mesa de um equipamento compacto de medições de forma que se chama Rotondimêtro, equipamento da marca Mahr modelo MMQ200 conforme Figura 2.

Através de um apalpador com Ø de esfera de 0,8mm encostado na peça com uma força de 0,20N o componente é centralizado através de duas circunferências em uma distância de 4mm no comprimento do corpo do componente. Após esse processo o apalpador parte para o topo da peça e realiza a medição do Batimento Axial da peça e gera o relatório de medição. Vide anexo de 01 a 25.

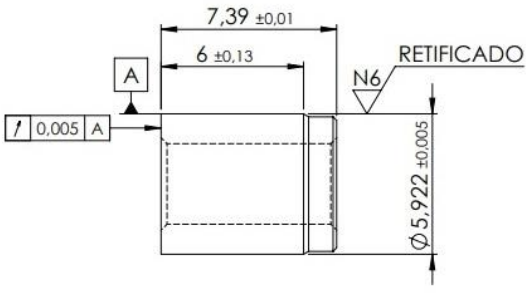


Figura 1 - Polo Móvel.



Figura 2 - Rotondimetro

Rugosidade : Para a realização dessa medição, o componente polo móvel conforme Figura 1, foi fixado por uma pinça de expansão montado em um bloco prismático em cima de um desempeno de granito conforme Figura3 .Utilizando a norma NBRISO4287 de 09/2002, especificações geométricas do produto(GPS)-Rugosidade:Metodo do perfil.

As medições foram realizadas através de um rugosimêtro de bancada da marca Taylor Hobson conforme Figura 4,repetindo as medições 4 vezes por peça equidistantes a 90° com uma velocidade de medição 0,5mm/s e uma velocidade de retorno de 10mm/s, com um comprimento de dados (lm) de 4mm consequentemente um cut off de 0,8mm e uma agulha padrão cônico de 2µm . Vide anexo 26 a 75

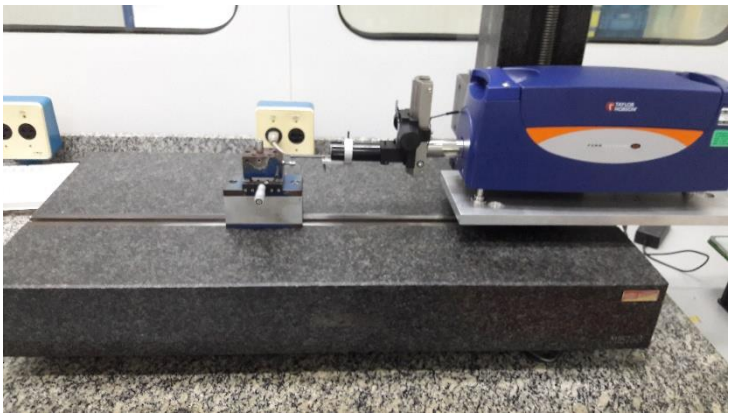


Figura 3 – Desempeno



Figura 4 – Rugosímetro de Bancada

Capabilidade: Para realização do estudo de capabilidade do lote de peças medido, foi compilado os dados gerados pela máquina compacta de medições de forma conforme Figura 5, após isso os dados foram emputados em um software de controle estastisticos chamado mini tab16 onde foi gerado o gráficos, informando a distribuição das medições encontradas.

RESULTADOS											
PEÇA Nº	TOLERÂNCIA GEOMÉTRICA	RUGOSIDADE									
	BATIMENTO AXIAL (µm) MÁXIMO 5µm	Ra (µm)					Rz (µm)				
		PONTO DE MEDIÇÃO: A	PONTO DE MEDIÇÃO: B	PONTO DE MEDIÇÃO: C	PONTO DE MEDIÇÃO: D	MÉDIA	PONTO DE MEDIÇÃO: A	PONTO DE MEDIÇÃO: B	PONTO DE MEDIÇÃO: C	PONTO DE MEDIÇÃO: D	MÉDIA
1	14,46	0,2041	0,2151	0,3134	0,2356	0,2421	1,9204	1,4775	2,1521	1,7028	1,8132
2	11,55	0,2357	0,1755	0,2082	0,1704	0,1975	1,6999	1,3742	1,5597	2,1166	1,6876
3	6,24	0,1613	0,1943	0,1862	0,2104	0,1881	1,3396	1,2624	1,1318	1,7459	1,3699
4	15,06	0,1559	0,1616	0,1602	0,3381	0,2040	1,0298	1,2095	1,4423	2,3927	1,5186
5	8,13	0,2220	0,1447	0,1785	0,2075	0,1882	1,8474	1,0966	1,3788	1,3816	1,4261
6	12,79	0,1985	0,1579	0,1431	0,1991	0,1747	1,5586	1,2716	1,0054	1,3094	1,2863
7	11,93	0,1676	0,1924	0,3146	0,2590	0,2334	1,1245	1,5148	2,6834	2,0407	1,8409
8	13,82	0,4061	0,2509	0,2404	0,1925	0,2725	2,4414	1,8198	1,9592	1,4077	1,9070
9	11,34	0,1851	0,1586	0,2520	0,1451	0,1852	1,2097	1,1164	2,3484	1,2054	1,4700
10	11,78	0,1868	0,1314	0,1623	0,1568	0,1593	1,4180	1,2521	1,5652	1,3159	1,3878
11	15,66	0,1590	0,2095	0,1676	0,2506	0,1967	0,9888	1,4530	1,2134	1,7325	1,3469
12	12,44	0,1575	0,1799	0,1527	0,2248	0,1787	1,0932	1,0705	1,3173	1,8596	1,3352
13	12,44	0,2372	0,1863	0,2005	0,2063	0,2076	1,7512	1,7146	1,8068	1,4507	1,6808
14	6,52	0,1774	0,1881	0,1825	0,1613	0,1773	1,4168	1,1906	1,3820	1,1229	1,2781
15	8,02	0,1782	0,1689	0,1910	0,2086	0,1867	1,3361	1,2579	1,3881	1,3651	1,3368
16	14,57	0,2711	0,2186	0,3043	0,2058	0,2500	1,8314	1,5584	2,3891	1,4437	1,8057
17	2,65	0,1436	0,2081	0,1396	0,3240	0,2038	1,1501	1,6688	1,0542	2,0758	1,4872
18	6,02	0,1726	0,2886	0,2692	1,3977	0,5320	1,3977	2,3984	1,7415	1,4560	1,7484
19	6,05	0,1783	0,1866	0,2603	0,2441	0,2173	1,2814	1,7760	1,5380	2,1561	1,6879
20	10,92	0,1518	0,1961	0,1764	0,1598	0,1710	1,1167	1,4709	1,3894	1,1284	1,2764
21	5,93	0,2965	0,1303	0,1553	0,1611	0,1858	2,3916	1,1764	1,3157	1,4598	1,5859
22	7,07	0,1694	0,1854	0,2281	0,1678	0,1877	1,5957	1,7038	1,9752	1,2172	1,6230
23	4,65	0,1517	0,1791	0,2310	0,2093	0,1928	1,9182	1,8631	1,8170	1,5743	1,7932
24	4,29	0,1669	0,1672	0,1791	0,1558	0,1673	1,2045	1,4076	1,5992	1,3206	1,3830
25	8,09	0,2936	0,2131	0,1867	0,2222	0,2289	2,4022	1,4317	1,1736	1,6060	1,6534

Figura 5 – Tabela de medições

4. RESULTADOS

Os resultados das medições de batimento axial não ficaram como esperávamos, em um lote de 25 peças medidas apenas 3 peças ficaram dentro da tolerância especificada no desenho Figura 1,conforme tabela Figura 5.

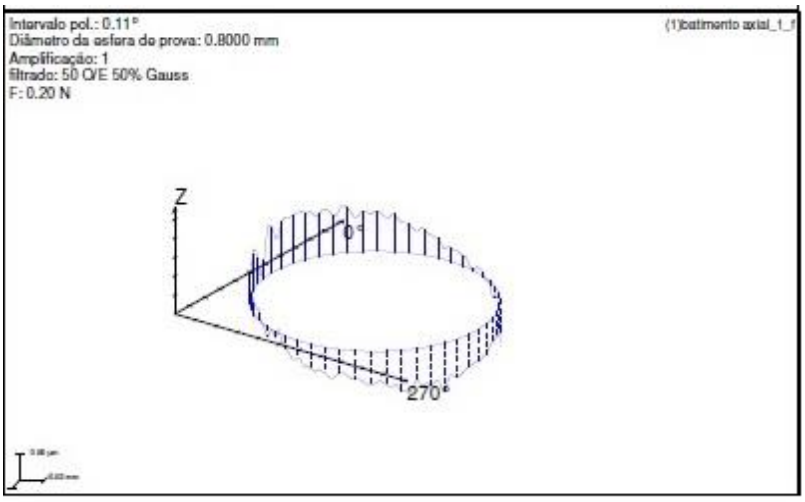


Figura 6 – Gráfico de batimento axial

Acima temos um gráfico fornecido pelo Rotondimetro conforme Figura 6, que indica o batimento axial da peça nº17 do lote de peças, onde a peça se encontra em perfeito estado respeitando a tolerância solicitada no desenho.

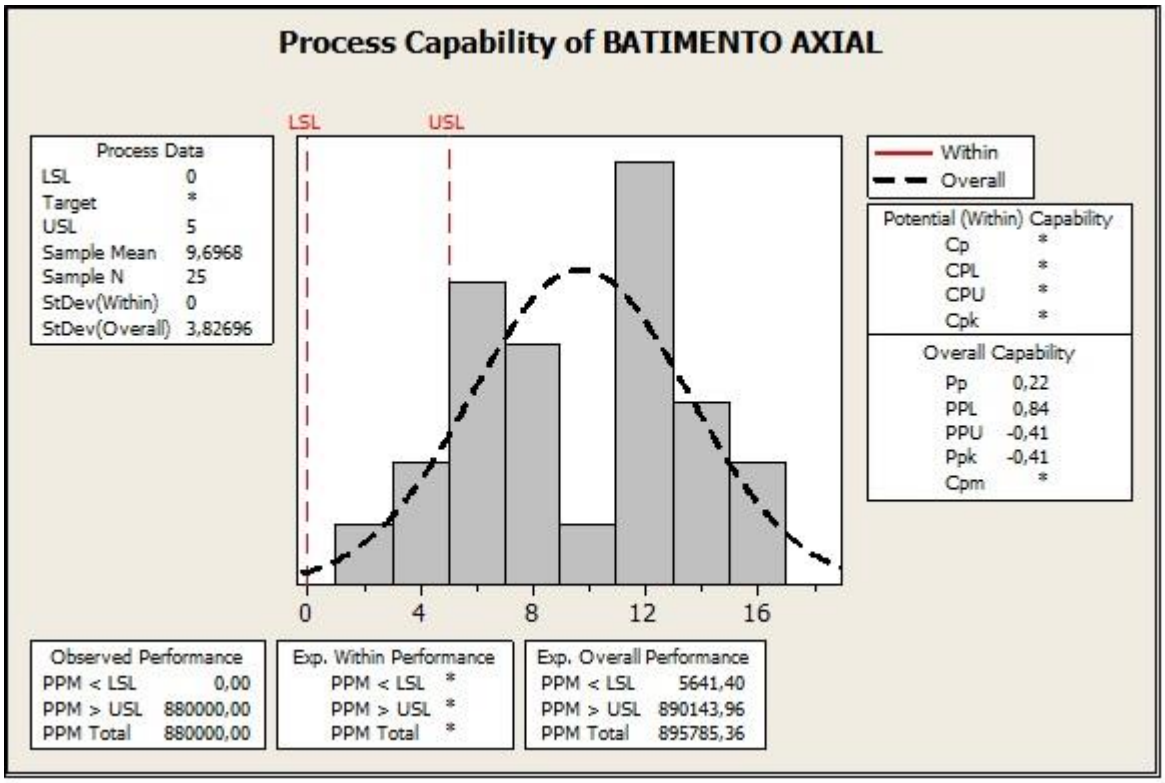


Figura 7 – Gráfico de capabilidade do batimento axial

Acima temos o gráfico de capabilidade fornecido pelo software minitab16 conforme Figura 7, onde concluímos que o lote de peças não se encontra em estado conforme, gerando uma reprova de mais de 90% do lote.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados das medições demonstraram-se extremamente precisos, onde verificou-se que em um lote de 25 peças apenas 3 peças ficaram dentro do limite máximo de tolerância na medição do batimento axial das peças, comprovado pelo estudo de capabilidade. Já a rugosidade medida no mesmo lote de peças apresentou-se em perfeito estado, mantendo todas as peças dentro do limite de tolerância especificados.

REFERÊNCIAS

Batimento Circular Axial: **Metrologia e controle dimensional: Conceitos, Normas e Aplicação** – Por João Cirilo da Silva Neto. **Data da primeira publicação**: 2012

Rugosidade: **Introdução à Manufatura** - Por Michael Fitzpatrick; **Data da primeira publicação**: Junho 2013

Capabilidade: **Desenho técnico mecânico: Do planejamento do produto ao controle de qualidade** - Por Alessandro Roger Rodrigues, Aldo Braghini Junior, Adriano Fagali de Souza, Lincoln Cardoso Brandão, Zilda de Castro Silveira. **Data da primeira publicação**: 15 de outubro de 2014

VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS NO PROCESSO DE BRUNIMENTO PARA MELHORIA DO ESTADO DE SUPERFÍCIE DAS CAMISAS DE CILINDRO

Luciano Salvato Thomaz[1]

Mariana Rodrigues Homem Clabunde[2]

Murilo Afonso de Camargo[3]

Régis Francisco da Cruz Silva[4]

Talison Felipe Bruno da Silveira[5]

RESUMO

O mercado automobilístico está cada vez mais competitivo nos dias atuais, e as empresas se preocupam em entregar para seus clientes o que há de mais moderno. A procura por carros de alto desempenho tem aumentado e o motor é um dos principais itens a serem considerados na compra. O bloco de cilindro é um dos componentes mais importantes no motor, sofrendo várias mudanças através dos processos de usinagem, sendo um dele o brunimento da camisa de cilindro do bloco, que com o passar dos anos tende a sofrer desgastes de: ovalização, aumento do diâmetro e conicidade. Sendo assim, é essencial que ao ser brunido, o bloco do motor apresente uma rugosidade aceitável para o deslizamento dos pistões dentro do mesmo. Este estudo tem como objetivo analisar a melhor condição de uma máquina em brunir camisas de cilindro para resultar em um acabamento superficial adequado a ponto de reter o lubrificante em suas cunhas melhorando o funcionamento e durabilidade do motor de carro. Para tanto, serão considerados como parâmetros de ensaio a variação da concentração de óleo lubrificante e a velocidade e a força de expansão da ferramenta para a melhoria do acabamento superficial das peças ensaiadas.

Palavras-Chaves: Brunimento, Rugosidade, Camisas de cilindro, Acabamento Superficial.

---

[1]Graduado em Tecnologia em Fabricação Mecânica (SENAI – Taubaté) – Aluno de pós graduação em Tecnologia em Processos de Usinagem (SENAI 3.01). E-mail: luciano_thomazz@hotmail.com

[2]Pós-Graduada em MBA em Gerenciamento de Projetos (Fundação Getúlio Vargas – Taubaté) – Aluno de pós graduação em Tecnologia em Processos de Usinagem (SENAI 3.01). E-mail: mariana.rhc@hotmail.com

[3]Graduado em Engenharia Mecânica (UNITAU – Taubaté) – Aluno de pós graduação em Tecnologia em Processos de Usinagem (SENAI 3.01). E-mail: murilo.camargo.eng@gmail.com

[4] Graduado em Tecnologia em Mecatrônica (ETEP – Taubaté) – Aluno de pós graduação em Tecnologia em Processos de Usinagem (SENAI 3.01). E-mail: regis.frsilva@hotmail.com

[5] Graduado em Engenharia Mecânica (UNITAU) – Taubaté) – Aluno de pós graduação em Tecnologia em Processos de Usinagem (SENAI 3.01). E-mail: talison_fmt@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O brunimento é um processo de usinagem que pode, de forma econômica, produzir furos de alta precisão, no que diz respeito a sua forma, geometria e qualidade superficial. Esta operação é principalmente utilizada para acabamento final em peças que utilizam funcionalmente a superfície cilíndrica gerada. O acabamento superficial gerado pelo brunimento propicia uma boa capacidade de retenção de lubrificantes. Assim, esse processo é recomendado para aplicações de guias cilíndricas para peças móveis, como bloco de motores, cilindros hidráulicos e componentes de sistemas de injeção Diesel (BÄHRE; SCHMITT; MOOS, 2012).

Segundo Marinescu (2004), o brunimento é classificado como um processo de usinagem por abrasão. Tais processos de usinagem podem ser divididos em quatro grupos: a retificação, o brunimento propriamente dito, a lapidação e o polimento. A retificação e o brunimento empregam abrasivos fixos na ferramenta de corte, enquanto a lapidação e o polimento utilizam grãos soltos, geralmente suspensos por uma mídia líquida ou pastosa.

Uma vantagem do brunimento diz respeito à integridade superficial da peça. A velocidade de corte utilizada no brunimento é baixa, tipicamente na ordem de 0,2 m/s à 2,0 m/s, quando comparada com o processo de retificação que trabalha com velocidades de corte acima de 20 m/s (MARINESCU et al., 2004).

Segundo Klocke (2009), para obter superfícies uniformes com baixa rugosidade ou textura controlada, principalmente em geometrias cilíndricas, a ferramenta de corte do brunimento deve possui grãos abrasivos ancorados por meio de uma liga aglutinante metálica ou cerâmica. Existe uma gama de diferentes processos de brunimento, mas em geral, em função das características cinemáticas e pela escala de aplicação na indústria automotiva, pode - se atribuir três tipos principais de processos de brunimento: o convencional ou de expansão, o de passe único e o a laser.

Neste estudo, aplica-se o processo de brunimento convencional ou de expansão, que é aplicado em maior escala na indústria, principalmente na usinagem em blocos de motores (conhecido como “plateau”), em que o material é removido pela penetração gradativa dos grãos abrasivos na peça combinado com os movimentos simultâneos de rotação e de oscilação axial do fuso da máquina. Este movimento alternativo de rotação e deslocamento axial da ferramenta descreve na peça usinada trajetórias helicoidais gerando marcas típicas em formato de hachurado com traços entrelaçados.

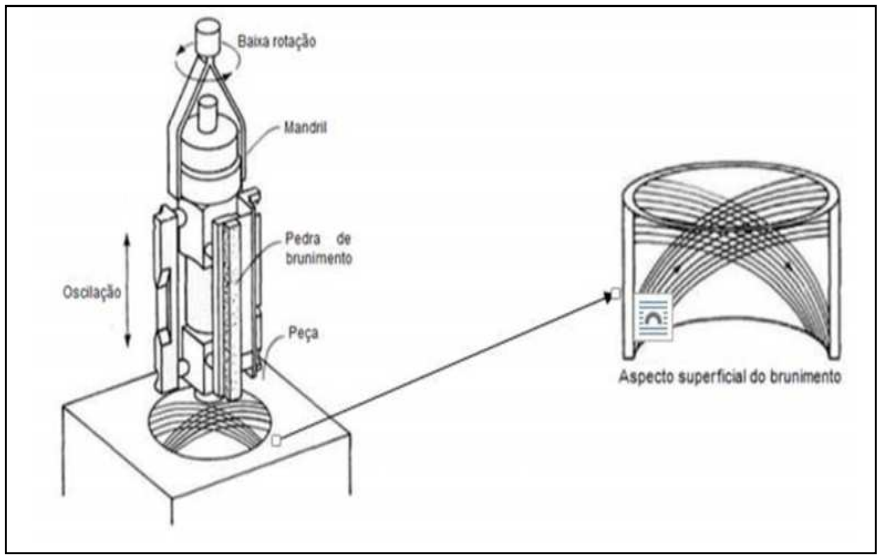


Figura 1 - Direções de corte no brunimento e aspecto superficial de acabamento. (CHANDLER, 1989).

Nas operações de brunimento, os grãos abrasivos ou partículas abrasivas que promovem a ação do corte na peça, precisam suportar a pressão necessária para esta remoção de material. Estes grãos abrasivos são oriundos de duas categorias: convencionais e superabrasivos. As pedras ou brunidores convencionais utilizam grãos de materiais como o óxido de alumínio para usinagem em aços de baixa dureza, e o carbeto de silício é aplicado em ferro fundido e materiais não ferrosos. Os brunidores em superabrasivos utilizam grãos de diamante ou CBN. Os grãos de diamante são aplicados no brunimento de materiais como o metal duro, cerâmicas e vidro. Não se aplica em usinagem em aços devido a afinidade química do diamante com o carbono do aço. Os grãos em cBN são aplicados em aços endurecidos, de média dureza e super ligas. (KRAR; RATTERMAN, 1990).

Segundo Chandler (1989), a seleção do tamanho do grão no brunimento depende principalmente da taxa de remoção de material e acabamento desejados. Grãos maiores removem o material mais rapidamente, porém acarretam em um acabamento mais grosseiro. Por esta razão, o brunimento de desbaste seguido de um de acabamento é geralmente mais econômico. Na Tabela 1 é mostrada a equivalência dimensional do tamanho do grão abrasivo com a escala MESH de granulometria.

A seleção do abrasivo depende principalmente da dureza e composição do material da peça a ser usinado, o acabamento requerido e fatores de custos. Os abrasivos típicos para o brunimento e os parâmetros recomendados de acordo com o acabamento superficial desejado estão listados na Tabela 2:

Tabela 1 - Conversão do tamanho do grão abrasivo na escala MESH (CHANDLER, 1989).

Tamanho do Grão (MESH)	Dimensão média - μ	Dimensão média – poleg.
36	710	0,028
46	508	0,02
54	430	0,017
60	406	0,016
70	328	0,013
80	266	0,01
90	216	0,008
100	173	0,007
120	142	0,006
150	122	0,005
180	86	0,004
220	66	0,003
240	63	0,002
280	44	0,0017
320	32	0,0012
400	23	0,0009
500	16	0,0006
600	8	0,0003

Tabela 2 - Tipo de grão abrasivo, aplicações e parâmetros referenciais de corte no brunimento (CHANDLER, 1989).

Tipo do abrasivo	Aplicações	V_c (m/min)	Pressão dos brunidores (psi)
Óxido de alumínio	Recomendado tanto para materiais endurecidos ou não, porém para desbaste. Baixo custo, dureza inferior.	5 - 30	15 - 60
Carbeto de Silício	Recomendado tanto para materiais endurecidos ou não, porém quebradiços. Resulta em acabamentos superficies mais uniformes. Frequentemente usado no acabamento em ferros fundidos. Custo baixo.	5 - 30	15 - 60
CBN	Cortes mais rápidos e vida dos brunidores maior. Aplicados em aços endurecidos, aços rápidos e de alta liga. Mínima velocidade de corte de 75m/min em aços de baixo carbono. Custo elevado.	35 - 90	60 - 300
Diamante	Aplicado no brunimento de metal duro, cerâmica, vidro e ferro fundido. Vida elevada.	130 - 260	85 - 170

Klocke (2009), define que o movimento entre a peça e a ferramenta no brunimento pode ser dividido em três componentes ortogonais de velocidade:

1. Dois tangentes à superfície da peça, a velocidade axial (Vfa), que é a velocidade de oscilação do fuso e a velocidade tangencial (Vft), que é a velocidade de rotação da Ferramenta.
2. Um componente perpendicular à superfície da peça, a velocidade de avanço (Vfn), que é o avanço de corte do brunidor.
3. A velocidade de avanço (Vfn) é muito pequena comparada com a velocidade tangencial (Vft) e com a velocidade axial (Vfa) devido à baixa remoção de material. Assim, quando do cálculo da velocidade de corte (Vc) ela pode ser desconsiderada.

Sendo assim, é mostrado na Figura 4 as seguintes fórmulas para cálculo das velocidades no brunimento:

- Vc -> Velocidade de Corte (m/min);
- Vfa = Va -> Velocidade Axial - Oscilação (m/min);
- Vft = Vr -> Velocidade Tangencial ou Velocidade de Rotação (m/min);
- n -> Número de rotações do fuso da máquina (1/min);
- d -> Diâmetro da peça (mm).
- α -> Ângulo de cruzamento de brunimento (graus)

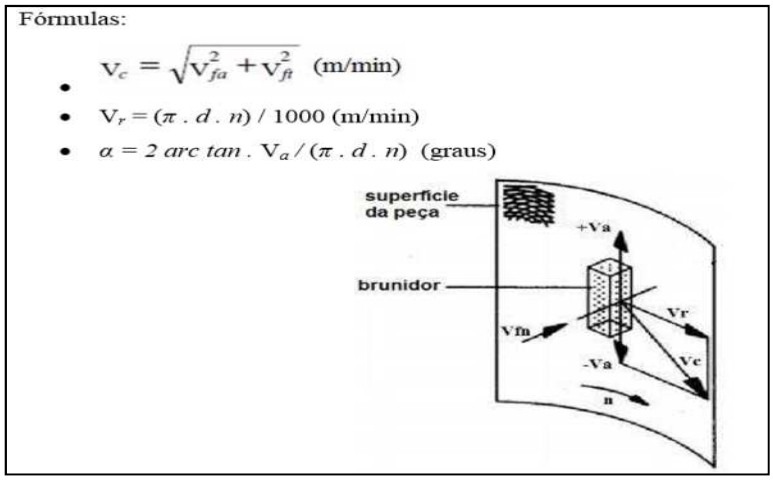


Figura 2 – Fórmulas do cálculo da velocidade de corte no brunimento.

1.1. Rugosidade

Para Piratelli-Filho (2011) a rugosidade é definida como o conjunto de desvios microgeométricos, caracterizado pelas pequenas saliências e reentrâncias presentes em uma superfície. Este autor fornece uma definição mais abrangente sobre rugosidade que não se limita aos processos de usinagem.

A importância do estudo do acabamento superficial aumenta na medida em que cresce a precisão de ajuste entre peças a serem acopladas, onde somente as tolerâncias dimensionais, de forma e de posição não são suficientes para garantir a funcionalidade do par acoplado. Assim, a especificação do acabamento das superfícies através da rugosidade é fundamental para peças onde houver atrito, desgaste, corrosão, resistência à fadiga, transmissão de calor, propriedades óticas, escoamento de fluidos, superfícies de medição, entre outros (AGOSTINHO; RODRIGUES; LIRANI, 1977).

Sendo assim, levamos em consideração os resultados obtidos pelo estudo de Pereira (2016), onde foram comparados valores médios de rugosidade para brunimentos convencional e flexível e de Araujo (2014), onde a rotação do fuso (Vt) e o avanço dos brunidores (Av) são os parâmetros de corte mais significativos na obtenção de valores baixos de rugosidade.

Segundo Pereira (2016) os valores médios de Ra foram reduzidos após o brunimento flexível para todos os cilindros. Uma comparação dos resultados mostra que os valores de Ra para o brunimento convencional estão no intervalo de 0,14 µm até 0,21 µm, enquanto que para o brunimento flexível se encontram entre 0,08 µm e 0,15 µm. Observa-se, ainda, que a repetibilidade é maior para os cilindros brunidos com os mesmos parâmetros de corte, pois apresentam uma menor dispersão quando comparados com os valores médios após o brunimento convencional. Ou seja, a repetibilidade mostrou-se dependente das condições de usinagem.

De acordo com Pereira (2016), os fatores de controle número de golpes da ferramenta (NG), velocidade de avanço (VA) e rotação (ROT), utilizados no brunimento flexível dos cilindros, produziram efeitos significativos na variável resposta Ra. Sendo o número de golpes da ferramenta o parâmetro de usinagem que produziu o maior efeito, seguido da rotação e da velocidade de avanço da ferramenta. O aumento no número de golpes da ferramenta reduziu a rugosidade Ra. Um maior número de golpes proporciona maior tempo de contato dos glóbulos abrasivos do brunidor flexível com a superfície do cilindro, ocasionando maior remoção de microcavacos, e, consequentemente, promovendo a quebra dos picos com maior eficiência. A rugosidade Ra também apresentou uma redução com o aumento da rotação da ferramenta. Um acréscimo na rotação proporciona maior remoção de microcavacos, na unidade de tempo e, consequentemente, a diminuição mais acentuada da altura dos picos do perfil. Já a redução da velocidade de avanço da ferramenta ocasionou pequena diminuição na rugosidade Ra. Uma menor velocidade de avanço leva a um maior tempo de contato dos glóbulos abrasivos com a superfície do cilindro (50%), removendo maiores quantidades de microcavacos, e, consequentemente, reduzindo a altura dos picos do perfil.

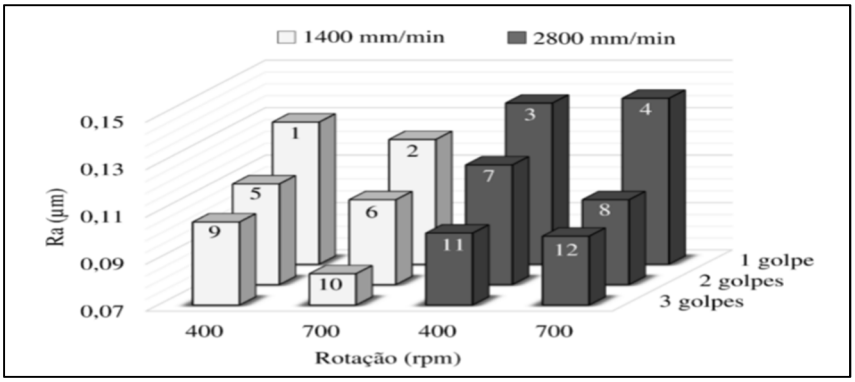


Figura 3 - Valores médios do parâmetro *Ra* para os 12 experimentos realizados nos cilindros brunidos com o brunidor flexível (PEREIRA, 2016).

Cabe ressaltar que para peças brunidas o parâmetro Ra não deve ser avaliado isoladamente, uma vez que por ser uma rugosidade média não caracteriza de forma adequada este tipo de superfícies, pois não diferencia picos de vales e pode ocultar a presença destes quando aparecem de forma isolada no perfil de rugosidade.

Segundo Araujo (2014) no processo de brunimento, foi demonstrado que a rotação do fuso (Vt) e o avanço dos brunidores (Av) são os parâmetros de corte mais significativos na obtenção de valores baixos de circularidade e retilineidade.

- No final dos ensaios, conseguiu-se com o brunimento uma média de rugosidade de 0,049 µm Ra e Cpk de 6,07, contra 0,052 µm Ra e 1,49 de Cpk na lapidação.

A estabilidade dimensional no diâmetro interno apresentou também bons resultados com o brunimento, que melhorou o índice de capabilidade total do processo Cp, de 0,33 para 4,49. Conclui-se neste estudo e como um dos objetivos principais do projeto, que é possível substituir o processo de lapidação pelo brunimento de precisão, obtendo valores mais robustos de capabilidade para produção em série em aplicações que demandam tolerâncias apertadas em circularidade, retilineidade e rugosidade superficial.

2. DESENVOLVIMENTO

Os ensaios foram realizados em uma Brunidora da marca alemã Gehring. Com velocidade de avanço máximo de 40m/min, rotação de 450 RPM e comprimento de desbaste de 750mm.



Figura 4 – Brunidora Vertical Gehring.
Fonte: Gehring (2018)

Tabela 3 – Especificação da Brunidora modelo Z 750.

TECHNICAL DATA	Z 750
Stroke Length	750 mm
Diameter	68 - 105 mm
RPM, max.	450 1/min
Torque max.	190 Nm
Stroke Speed, max.	40 m/min

Fonte: Gehring (2018)

O Rugosímetro escolhido para medição dos corpos de prova foi o da empresa Jenoptik, mostrado na figura 6, e o Lt de acordo com o programa de medição dos cilindros é de 15mm O Rugosímetro está programado para medir a rugosidade em três alturas de cada cilindro, medindo 4 pontos eqüidistantes (0°, 90°, 180° e 270°), ou seja, 12 resultados em cada cilindro. Depois tira-se a média de cada cilindro, que não pode ultrapassar o Cv de 0,06, estipulado por estudos de Engenharia para blocos de três cilindros.



Figura 5 – Rugosímetro Jenoptik.

Fonte: Jenoptik (2018)

Para um brunimento por expansão a melhor ferramenta a ser usada é a da série PT, com múltiplos abrasivos expansíveis. A ferramenta PT foi projetada para brunir furos com gama de diâmetro de 68-110 mm.

A possibilidade de ajuste das articulações assegura uma vida extremamente longa. O novo design do sistema de fornecimento de ar e de líquido de arrefecimento pela haste da ferramenta permite arrefecimento ótimo sobre a área a ser trabalhada, bem como uma calibragem em processo em dois níveis. Estas características técnicas garantem que as tarefas de usinagem atendem aos requisitos de qualidade para tolerâncias de forma e dimensional de 5-10 mm.

Além das vantagens técnicas e aplicações relacionadas com a estrutura modular, é possível atingir os melhores tempos de entrega tanto para novas ferramentas, bem como para conserto de ferramentas existentes. Um elevado grau de resultados de normalização, em custos de produção reduzidos.



Figura 6 – Ferramenta Expansiva.

Fonte: Gehring (2018)

Os corpos de prova escolhidos foram blocos de alumínio 7021, de fácil usinabilidade, resistência mecânica muito alta, resistência à corrosão média, alto brilho.

Propriedades Químicas:	
Mg	1,2 - 1,8 %
Zn	5,0 - 6,0 %
Al	Restante
Fe	0,40 %
Cu	0,25 %
Mn	0,10 %
Cr	0,05 %
Zr	0,08 - 0,18 %
Ti	0,10 %
Si	0,25 %
Outros	0,15 %

Propriedades Físicas:
Condutibilidade Elétrica: Massa Igual 135 IACS / Volume Igual 43 IAC
Condutibilidade Térmica: 125 - 176 W/m.k
Densidade: 2,80 g/cm³
Expansão Térmica: 22,8x10^-6x1/°C
Modulo de Elasticidade:71000 Mpa

Propriedades Mecânicas:
Limite de resistência: 350 - 430 Mpa
Limite de escoamento: 290 - 380 Mpa
Alongamento: 5 - 13 %
Dureza: 130 - 140 Brinell

Figura 7 – Propriedade químicas, físicas e mecânicas do Alumínio 7021

Para maior eficácia nos resultados de rugosidade, observou-se que a concentração de óleo lubrificante é essencial. Sendo assim, o lubrificante escolhido para o brunimento foi o Hocut TR 2000C da Houghton International, que é um óleo vegetal menos agressivo ao meio ambiente, com algumas vantagens:

- Conservação da vida útil da ferramenta
- Fornece um acabamento superficial aprimorado que reduz o custo total por meio de taxas reduzidas de refugo
- A formulação bioestável prolonga a vida útil indefinidamente, reduzindo os desperdícios de tratamento e custos com retrabalho.
- Permite um brunimento mais suave, com menor pressão, o que economiza dinheiro no tempo de usinagem.

Concentração de óleo: A concentração de óleo indicada pelo fornecedor está descrita na tabela 4:

Tabela 4 – Concentração recomendada pela Houghton

RECOMMENDED CONCENTRATIONS	
Machining	10:1 to 20:1
Grinding	20:1 to 25:1

Fonte: Houghton (2018)

No estudo, a concentração utilizada será de 10%, 11% e de 12%, seguindo os parâmetros já utilizados para produção de blocos de motor em empresas automobilísticas

2.1 Procedimento de Estudo:

Com o objetivo de analisar o comportamento da Rugosidade da superfície das camisas de cilindro, devemos usinar as peças com a concentração de óleo indicada pelo fornecedor.

Como citado anteriormente, Pereira (2016) utilizou o número de batidas da ferramenta no cilindro como uma metodologia de estudo. A brunidora Gehring não tem esse parâmetro para ser estudado, mas possui a velocidade de expansão da ferramenta como alternativa de desbaste, ou seja, quanto mais lento teoricamente for a expansão da ferramenta, mais tempo ela ficará no cilindro desbastando, ou seja, permitindo assim um acabamento superficial melhor.

Sendo assim, a idéia principal seria escolher três velocidades de expansão, medir a concentração de óleo que deve estar entre 10% e 12% e medir os corpos de prova para verificar qual deles obteve um acabamento superficial melhor:

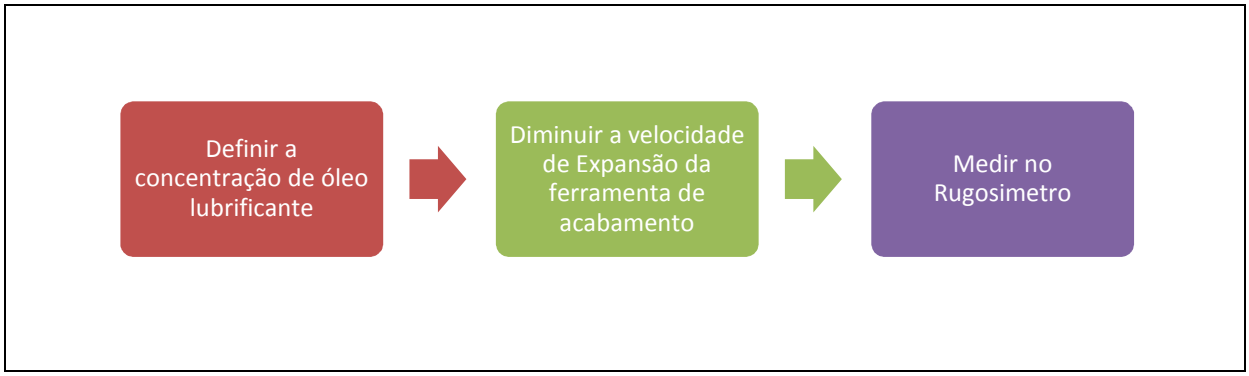


Figura 8 – Fluxograma de Experimentos

Após a medição da Rugosidade, os seguintes valores serão analisados através da ANOVA (Analysis of Variance) onde será indicado qual a melhor velocidade e a melhor concentração de óleo para brunir as camisas de cilindro através do Fator Crítico.

3. RESULTADOS

Como resultados das médias obtidas através da medição com o Rugosímetro Jenoptik observa-se uma pequena variação entre os valores com relação aos dados analisados: Concentração de óleo x Velocidade de Expansão da Ferramenta. Que resultaram em:

Tabela 5 – Resultado das Médias obtidas pelo Rugosímetro

Média Cv (*Volumn Concentration*) de Rugosidade			
	Concentração10%	Concentração11%	Concentração12%
Vel. de Exp. 1,0µm	0,071733	0,05865	0,0446
Vel. de Exp. 0,8µm	0,062933	0,04978	0,0391
Vel. de Exp. 0,6µm	0,058433	0,04832	0,033267

E através da ferramenta estatística ANOVA chegamos aos seguintes valores:

1 - Analisando somente a concentração:

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	*Contagem*	*Soma*	*Média*	*Variância*
Concentração10%	3	0,193099	0,064366333	4,57633E-05
Concentração11%	3	0,15675	0,05225	3,12529E-05
Concentração12%	3	0,116967	0,038989	3,21185E-05

ANOVA

Fonte da variação	*SQ*	*gl*	*MQ*	*F*	*valor-P*	*F crítico*
Entre grupos	0,000967	2	0,000483334	13,28636173	0,00625	5,143253
Dentro dos grupos	0,000218	6	3,63782E-05			
Total	0,001185	8				

Figura 9 – Resultado ANOVA para concentração de óleo

2 – Analisando somente a Velocidade de Expansão da Ferramenta:

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	*Contagem*	*Soma*	*Média*	*Variância*
Vel. de Exp. 1,0µm	3	0,174983	0,058328	0,000184
Vel. de Exp. 0,8µm	3	0,151813	0,050604	0,000143
Vel. de Exp. 0,6µm	3	0,14002	0,046673	0,00016

ANOVA

Fonte da variação	*SQ*	*gl*	*MQ*	*F*	*valor-P*	*F crítico*
Entre grupos	0,000211	2	0,000105	0,649662	0,5554	5,143253
Dentro dos grupos	0,000974	6	0,000162			
Total	0,001185	8				

Figura 10 – Resultado ANOVA para Velocidade de Expansão da Ferramenta

4. CONCLUSÃO

O valor de *F* na Figura 9 demonstra que há influência da Concentração de óleo quando se deseja diminuir a rugosidade superficial das camisas de cilindro já que este valor é superior ao *F crítico* obtido pela analise ANOVA. Já o *F* da Figura 10 demonstra que a Velocidade de Expansão da Ferramenta não é um fator crítico na melhoria da superfície, já que seu valor é inferior ao *F crítico* da analise.

Concluímos então que quanto maior a concentração de óleo na água, melhor será o estado de superfície das camisas de cilindro, por tanto, uma durabilidade maior para o deslocamento e performance do trabalho dos pistões no motor dos carros.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, O. L.; RODRIGUES, A. C. S.; LIRANI, J. **Princípios da engenharia de fabricação mecânica.** 1. Ed. São Paulo: Blücher, 1977. p. 124.

ARAUJO, G. Lima. **Uma contribuição do brunimento de precisão**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

BÄHRE, D.; SCHMITT, C.; MOOS, U. Analysis of the differences between force control and feed control strategies during the honing of bores. In: CIRP CONFERENCE ON HIGH PERFORMANCE CUTTING, 5. 2012. **Proceedings..** Saarbrücken: Elsevier, 2012. p.377-381.

CHANDLER, H. E. et al. **ASM Handbook:** Metals Handbook Machining: v. 16. 9. ed. Materials Park: ASM International, 1987. p. 472-491.

© GEHRING TECHNOLOGIES GMBH 2018. **Powertrain hone Z 750 MODUL.** Disponível em: https://www.gehring.de/en-ww/powertrainhone. Acesso em: abril 2018.

© GEHRING TECHNOLOGIES GMBH 2018. **Pt Series Tooling System.** Disponível em: https://www.gehring.de/en-ww/powertrainhone. Acesso em: abril 2018.

HOUGHTON INTERNATIONAL INC. **Hocut® TR 2000C.** Disponível em: https://www.houghtonintl.com/pt-br/products/hocut®-tr-2000c-1. Acesso em: maio 2018.

IMPÉRIO DOS METAIS. **Alumínio 7021.** Disponível em: http://www.imperiodosmetais.com.br/downloads/download_ficha_tecnica/aluminio/7021.pdf. Acesso em: abril 2018.

JENOPTIK AG**. Reliable Visual Surface Inspection for High-Quality Manufacturing Results.** Disponível em: https://www.jenoptik.com/products/metrology/roughness-and-contour-measurement/surface-inspection. Acesso em: abril 2018.

KLOCKE, F. **Manufacturing Processes 2**: Grinding Honing and Lapping. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. p. 302-337.

KRAR, S. F.; RATTERMAN, E. **Superabrasives**: Grinding and Machining With cBN and Diamond. New York: McGraw-Hill, 1990. p. 128-139.

MARINESCU, I. D.; ROWE, W. B.; DIMITROV, B.; INASAKI, I. **Tribology of abrasive machining processes.** William Andrew, 2004. 1 e-book.

PEREIRA, L. C. **Influência das condições de usinagem do Brunimento flexível na rugosidade de cilindros de blocos de compressores herméticos**. 2016. p. 65-69. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

PIRATELLI FILHO, A. Rugosidade superficial. In: SEMINÁRIO DE METROLOGIA, 3., 2011, Uberlândia. **Palestras...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2011.

~ Banners

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO
SENAI SÃO PAULO
Faculdade de Tecnologia SENAI "Anchieta

ANALISADOR DE COMBUSTÍVEIS

Resumo do trabalho – Com as frequentes notícias de adulterações de combustíveis praticados pelos postos de combustível no Brasil e propiciando a praticidade e eficiência na detecção dessas fraudes, será apresentado o analisador de combustíveis, equipamento cuja função é detectar, através de sensores, eletrônica, micro controladores, amplificadores operacionais, gerador de funções e modulo *bluetooth* se o combustível está adulterado. O resultado poderá ser demonstrado através de um smartphone, kit multimídia e ou tela de LCD 2X16.

PEDRASSANI, Luciano
DE OLIVEIRA, Matheus Roberto
SILVA SANTOS, Raimundo Henrique
MIRANDA MENEGON, Rogério
CLAUDEMIR BELLINI, Erineu

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

A cada ano cresce o número de veículos circulantes no Brasil e de acordo com os dados do Sindipeças que exibe em seu "Relatório da Frota Circulante 2018", cita que em 2017 foram contabilizados 43,4 milhões de unidades circulantes, entre automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus, também registrou 13,2 milhões de motocicletas circulando em vias públicas em 2017.

De toda essa frota, 36,82% estão localizadas em São Paulo, 10,36% em Minas Gerais, na casa dos 8% ficam o Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Paraná e os restantes divididos entre os demais estados no Brasil.

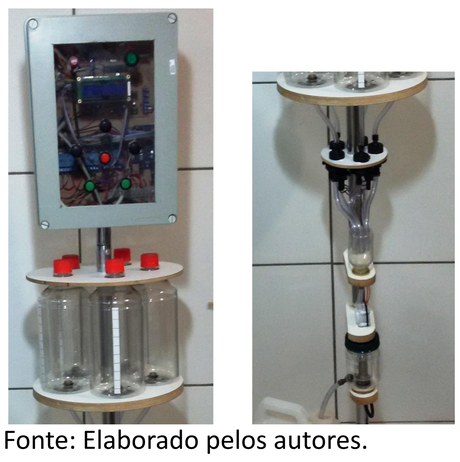
Desse total, os veículos bicombustíveis (gasolina/etanol) correspondem a uma fatia de 62,7% enquanto que os movido apenas a gasolina chega a 26,5%. Os movidos apenas a álcool correspondem a uma pequena parcela de 0,7% e os a diesel 9,9% e o restante que sobra é de automotores movidos a GNV, Tetrafuel e os Híbridos Elétricos.

De posse desses dados, observa-se junto com o crescente número de veículos circulantes, o aumento de novos proprietários indignados com as frequentes notícias divulgadas pela imprensa, que é a adulteração dos combustíveis.

Nosso país está passando por sérios problemas com essas frequentes fraudes e que cada vez mais gera adeptos dessa prática, que é criminosa, pois efetivamente faz mal a economia, lesa o consumidor, danifica o automóvel e cria mais poluição, pois um veículo com um combustível adulterado circulará desregulado e desta forma, poluindo mais a atmosfera.

Diante desses problemas, surge a ideia de elaborar um equipamento que pudesse, junto com a eletrônica, analisar os combustíveis que são comercializados nos postos. Um equipamento que discretamente possa identificar um combustível adulterado, ou seja, fora dos padrões da Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Bicombustíveis – ANP.

Figura 1 – Protótipo experimental do equipamento.



Fonte: Elaborado pelos autores.

1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é apresentar um analisador de combustível que atenda as normas da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). O analisador desenvolvido é o protótipo de um dispositivo eletromecânico, cujo hardware é composto por circuitos amplificadores operacionais, micro controladores, sensores eletromecânicos e geradores de sinais. Os dados dos combustíveis, no ato do abastecimento simulado, serão lidos pelo sensor que ficará posicionado à aproximadamente 25 cm da entrada da tampa do tanque do automóvel. Durante o abastecimento veicular, o combustível passará pelo sensor e o aparelho fará a análise, informando se o mesmo está conforme as normas da ANP.

Segundo norma vigente da ANP, a Gasolina do tipo C deve possuir em sua composição, 27% de etanol anidro (+/- 1%). No caso do Etanol Hidratado, a composição prevê uma parcela máxima de 4,9% de água na composição final (ABNT, 5992). As informações processadas serão remetidas ao usuário através de um aplicativo de comunicação via Bluetooth e este poderá solicitar ao frentista que pare o abastecimento caso alguma irregularidade seja constatada. Além da análise de adulteração, o equipamento indica, também, o volume de combustível inserido nos tanques dos automóveis. Estas são as principais premissas do equipamento, não cabendo a este ser gerador de ações fiscalizadoras de forma institucional.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Subseções

De acordo com a Resolução da ANP nº 09, de 07 de março de 2007, está estabelece as normas para os testes de combustíveis comercializado em nosso País. Os teste deverão ser feitos com um kit de vidrarias (densímetros, termômetros, provetas etc.), resume-se em colher uma amostra do combustível e analisar se sua massa específica está dentro da norma e para verificar o teor alcoólico colhe-se outra amostra que sofrerá uma reação química ao ser misturada com solução aquosa de cloreto de sódio a 10% peso/volume, está reação química separará o álcool da gasolina e assim poder determinar se o teor alcoólico contido na gasolina esta dentro dos 27%(+/-1%).

Qualquer consumidor poderá solicitar os testes nos combustíveis, porém é um processo que leva em torno de 30 minutos e a maioria não o solicita pelo fato de não poder esperar além de ser uma situação embaraçosa.

Por ser um equipamento embutido no veículo e "conectado", o consumidor ficará sabendo do resultado imediatamente sem se preocupar com a situação do teste com o kit de vidrarias. Caso alegue fraude no combustível o consumidor quem decidirá se continua ou pede para encerrar o abastecimento.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Sensores e eletrônica

No momento em que a ponteira da bomba de combustível acionar o interruptor, tipo borboleta, localizado dentro da tubulação de abastecimento, acionará o circuito do analisador. Quando o combustível passar pelo sensor capacitivo, ilustrado na Figura 2, o

aparelho executará a análise, informando se o produto está em conformidade ou não com os padrões da ANP.

Figura 2 – Sensor Capacitivo



Fonte: Elaborado pelos autores

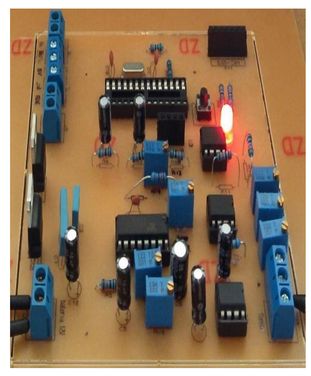
A metodologia de medição a ser empregada, utilizará um circuito eletrônico gerador de sinais, apresentado na Figura 3, desenvolvido neste trabalho, para essa finalidade

Este circuito gerador de sinais aplica um sinal com tensão de 500mV e frequência de 100KHz. Este sinal atravessará o combustível, sendo captado pelo sensor que medirá a variação dos níveis da tensão elétrica em cada abastecimento.

A variação dielétrica que ocorre entre o sensor capacitivo e os diversos combustíveis analisados, retornará ao circuito eletrônico um determinado valor de tensão. O resultado dessa medição, que é um sinal eletrônico, passa por um amplificador de sinais, este sinal eletrônico, em seguida e retificado, amplificado e entregue ao micro controlador Atmega328P, para que este realize o tratamento de dados.

Os valores tratados são comparados com parâmetros previamente tabelados na memória interna do micro controlador, obtidos de combustíveis cuja composições estão rigidamente em conformidade aos padrões da ANP (OGATA, 2010).

Figura 03 – Circuito Gerador de Sinais



Fonte: Elaborado pelos autores

Paralelamente, será analisado o fluxo de combustível através de um sensor de fluxo, que também se comunica eletronicamente com o micro controlador a fim de processar o resultado. Os resultados dessas análises poderão ser visualizados em display, LCD 2X16, em um smartphone (via bluetooth) ou através do kit multimídia do veículo. Nestes será informado a qualidade dos combustíveis, bem como, o volume inserido no tanque.

A transmissão via Bluetooth será realizado por meio do módulo HC05, modulo este, que tem como função parear o micro controlador a algum dispositivo que tenha essa mesma tecnologia.

Para que o smartphone funcione, este deverá ter instalado um aplicativo específico para este fim. Como as informações colhidas serão demonstradas em tela de LCD do aparelho do consumidor ou smartphone ou kit multimídia, este poderá solicitar ao frentista que pare o abastecimento caso seja constatada alguma irregularidade. O projeto visa alertar o consumidor sobre a adulteração e quantidade de combustível (álcool e/ou gasolina) que está sendo abastecido em seu veículo, para que, desta forma, possa procurar outro posto que atenda as exigências da ANP.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo elaborado, conforme sistema proposto, apresentou uma precisão de 2%. Com essa precisão é possível detectar um índice a partir de 29% de mistura de etanol na gasolina, considerando que o índice da ANP permitido é de 27%, +/- 1% de EAC na mistura da gasolina tipo C. O índice alcançado pelo protótipo foi plenamente satisfatório, atingindo os objetivos iniciais da proposta. O sistema desenvolvido obteve indicadores eficientes, que entregará aos consumidores, em um equipamento finalizado e devidamente adaptado ao veículo, a possibilidade de terem conhecimento sobre a qualidade do combustível que estão adquirindo.

Notadamente, as soluções tecnológicas utilizadas demonstram ser viáveis, pois foi possível através da utilização do sensor capacitivo e do fluxímetro, analisar aceitavelmente os combustíveis dentro de reservatórios de menor porte, medindo sua composição e volume. Estes dois parâmetros são objetos das situações de fraudes mais comuns no fornecimento de combustíveis. Os resultados validam a possibilidade de se implementar essa técnica em veículos automotores, possibilitando atenuar as condições fraudulentas..

REFERÊNCIAS

[1] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas / **NBR 5992.** Determinação da massa específica e do teor alcoólico no Etanol por densímetro de vidro. Rio de Janeiro, 2016.

[2] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas / **NBR 13992.** Determinação de teor álcool etílico anidro Combustível (AEAC). **Origem: Projeto 09:203.01052:1997CE-09:203.01 - Comissão de Estudo de Laboratório.**

[3] PLANALTO. **LEI no 10.203, DE 22 DE FEVEREIRO DE 2001**. Acesso em 28 de março de 2018, disponível em Redução de emissão de poluentes por veículos automotores: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/L10203.htm .

[4] OGATA, K., **Engenharia de Controle Moderno** 3ª ed. Rio de Janeiro: Pearson Prentice Hall, 2010.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO
SENAI SÃO PAULO

ANÁLISE ESTRUTURAL DE UMA MESA MÓVEL ANEXADA A UM BRAÇO ARTICULADO COM TROLE UTILIZANDO MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

O presente trabalho analisa o comportamento estrutural de um dispositivo mecânico. Trata-se de uma mesa móvel com um braço articulador onde é aplicada uma força de 1000 N em sua extremidade. Neste braço articulador foi montado um trole com uma talha que terão a função de executar a elevação do produto. Esse dispositivo tem como função a elevação de um determinado produto com massa máxima de 100 kg. Desta forma será analisada toda sua estrutura metálica verificando seus esforços, deslocamentos e sua viabilidade a posterior fabricação. Ao utilizar o método de elementos finitos aplicando os critérios do conjunto via software, pode-se obter um resultado aproximado ao da realidade concluindo em uma construção sem a necessidade da construção de protótipos, podendo realizar melhorias no projeto alcançando uma melhor relação custo x benefício.

NÉRIS, Éverton de Santana
PASCHOALINOTO, Nelson W.
Faculdade de Tecnologia SENAI "Armando de Arruda Pereira"

1 INTRODUÇÃO

Nos tempos atuais existem diversos tipos de guindastes como ponte rolante, caminhão grua, guindaste sobre esteiras, guindaste sobre trilhos, guindastes flutuantes, guindastes de pórtico etc. Cada tipo representa uma função dependendo de variáveis determinantes como espaço físico na empresa e carga máxima de trabalho. Cada um destes varia seu tamanho físico e manipulação. Assim é importante observar atentamente a necessidade do equipamento na aquisição. Além disso, alguns cuidados devem ser tomados antes de sua instalação como a circulação de pessoas no ambiente na qual será instalado e o campo de visão do colaborador que irá manipular o guindaste.

1.1 Justificativa

O sistema de elevação de carga é amplamente usado em diversas áreas do cotidiano como elevador para locomoção de pessoas em prédio e indústrias com auxílio dos guindastes. O correto dimensionamento favorece a segurança dos usuários evitando-se acidentes.

1.2 Objetivo

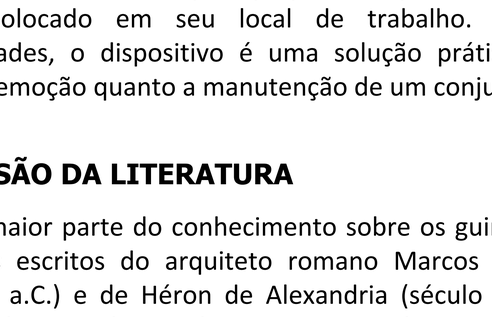
O dispositivo criado para a elaboração desse trabalho tem a função de um guindaste de pequeno porte com limitação de carga de trabalho a 100 kg. A escolha desta faixa de trabalho é devida a muitos dos trabalhos dentro da empresa se enquadrarem nessa faixa de massa, utilizado para pequenos reparos e imediatamente sendo colocado em seu local de trabalho. Visando essas necessidades, o dispositivo é uma solução prática que atende tanto a remoção quanto a manutenção de um conjunto mecânico.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A maior parte do conhecimento sobre os guindastes antigos vem dos escritos do arquiteto romano Marcos Vitrúvio Polião (século I a.C.) e de Héron de Alexandria (século I d.C.). O mais simples dos guindastes descritos compunha-se apenas de uma única estaca fincada no chão, que era erguida e sustentada por um par de cabos amarrados em sua extremidade superior. Em seu topo, prendia-se a roldana por onde corria a corda utilizada para suspender os materiais. Essa corda era normalmente operada por um molinete fixo num dos lados da estaca, junto à base [1].

Com o passar do tempo, foi a vez de Leonardo da Vinci do final da idade média construir provavelmente os primeiros guindastes móveis [1]. A figura 1 ilustra em (a) o primeiro guindaste documentado criado por Vitrúvio e Héron e em (b) um guindaste da época medieval.

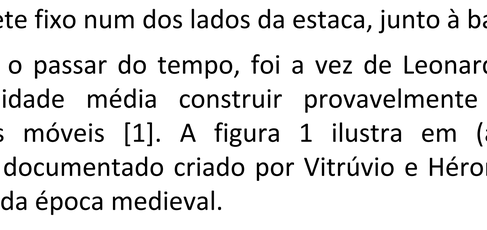
Figura 1 – (a) Ilustração representando o primeiro guindaste documentado criado por Vitrúvio e Héron e (b) Guindaste da época medieval.



Fonte: Santos (2014, p. 4 e p.5).

A figura 2 mostra um braço articulador e exemplos de trole e talha.

Figura 2– Exemplos de trole e talha

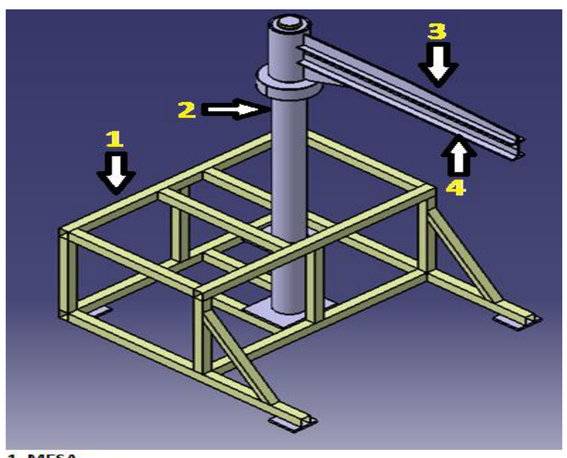


Fonte: (a) Ferro Indústria (2018). (b) CSM Máquinas para Revendedores e Locadores ([s.d.]).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O braço estudado possui um giro de 360° dando maior mobilidade para adaptar a posição do dispositivo no local onde se encontra o produto a ser içado. Para obter melhor resultado nesse experimento foi criado um modelo 3D do dispositivo aplicando a força máxima na extremidade do braço articulador, onde se situa o ponto mais crítico com relação a elevação para assim ter-se melhor parâmetro de segurança aos esforços de análise que o dispositivo sofrerá. A figura 3 ilustra o projeto em estudo.

Figura 3 – Projeto do guindaste (100kg).



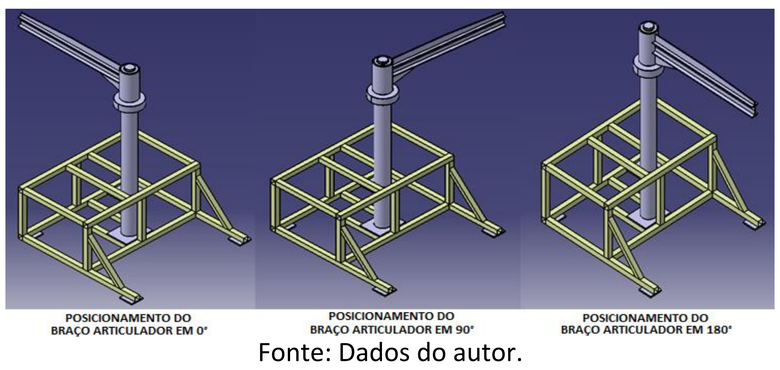
1. MESA
2. COLUNA FIXA
3. BRAÇO ARTICULADOR
4. LOCAL ONDE SERÁ INSTALADO O TROLE+TALHA

Fonte: Dados do autor.

3.1 Análise estrutural

Para esse cálculo utilizou-se o módulo de elementos finitos *Analysis & Simulation* presente no software CATIA V5 R20. A análise desse mesmo dispositivo é composta por três tipos de posicionamentos, sendo 0°, 90° e 180°, respectivamente, conforme figura 4.

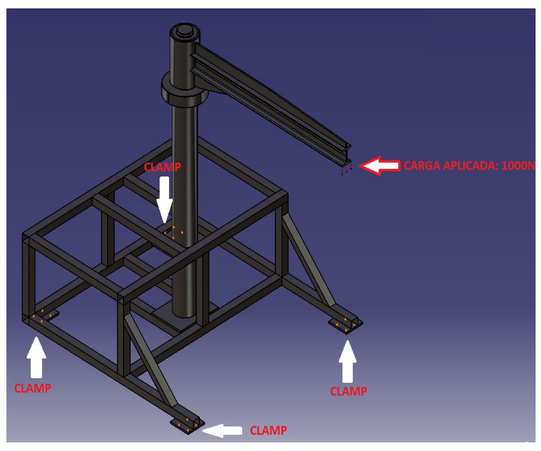
Figura 4 – Modelagem 3D do dispositivo criado para análise de elementos finitos na posição de 0°, 90° e 180°, respectivamente.



Fonte: Dados do autor.

Para a análise MEF utilizou-se uma malha tetraédrica parabólica com SIZE de 20mm e SAG de 2mm. A carga aplicada na extremidade do braço foi de 1000N. A figura 5 mostra as posições das fixações da força aplicada.

Figura 5– Força aplicada e fixações para análise MEF.

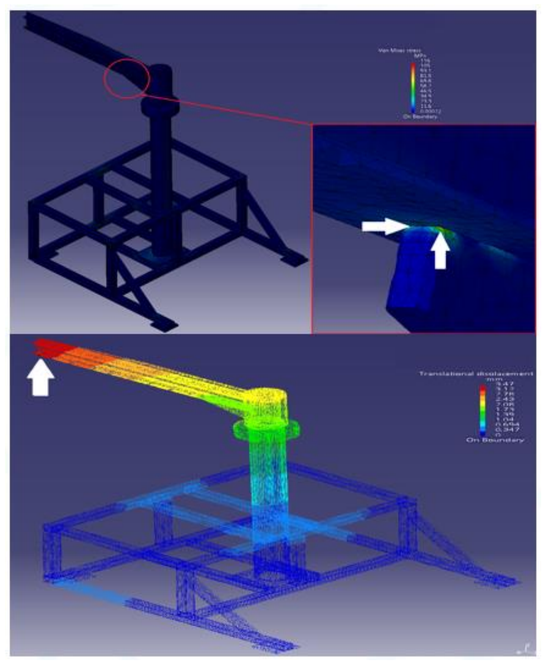


Fonte: Dados do autor.

3.2 Resultados

Com os cálculos utilizando o Método de Elementos Finitos realizados para cada condição, obteve-se resultados listados no quadro 1. A figura 6 ilustra um exemplo de cálculo para a posição 0° .

Figura 6 – Resultados MEF para 0°.



Fonte: Dados do autor.

Quadro 1 – Resultados das análises MEF.

Posicionamento braço articulador	Tensão Máxima (MPa)	Deslocamento Máximo (mm)	Erro global (%)
0°	116	3,47	15,58
90°	116	3,09	14,70
180°	116	3,15	13,51

Fonte: Dados do autor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O dispositivo apresentou bom comportamento com relação aos esforços transmitidos através de todos os elementos contidos no projeto. Uma observação com relação ao Von Mises é no reforço que fica abaixo do braço articulado (viga I), onde em sua extremidade há dois pequenos pontos de tensão elevados correspondendo a um valor de 55,24% (116MPa) da tensão de escoamento do aço SAE 1020 estrutural (210 MPa). Com relação ao deslocamento máximo, os valores obtidos são satisfatórios para considerar a estrutura apta para fabricação, obtendo um valor máximo de 3,47 mm. De acordo com a carga de trabalho aplicada no dispositivo e pelos resultados analisados, pode-se concluir que o dispositivo suporta a carga de trabalho exigindo apenas 55,24% da tensão máxima dos materiais utilizados na fabricação do projeto. A confiabilidade nos resultados gerados nos três tipos de posicionamento é de 85,40% considerando o valor médio dos três resultados de erro global (%) anotados no quadro 1.

REFERÊNCIAS

[1] SANTOS, Marcelo Torres dos. **Estudo do comportamento cinemático e dinâmico de um guindaste comercial com três graus de liberdade**. 2014. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10012156.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2018.

[2] CSM. MÁQUINAS PARA REVENDEDORES E LOCADORES. **Troles manuais.** ([s.d.]). Disponível em: <http://www.csm.ind.br/maquinas/produtos/troles-manuais/>. Acesso em: 13 mar. 2018b.

[3] FERRO INDÚSTRIA. **Guindaste Giratório de Coluna**. 2018. Disponível em: <http://www.ferroindustria.com.br/guindaste-giratorio-de-coluna>. Acesso em: 13 mar. 2018.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO
SÃO PAULO
Faculdade SENAI de Tecnologia Gráfica

A APROPRIAÇÃO DE FRAGMENTOS DAS OBRAS DE ARTE DO PINTOR VINCENT VAN GOGH APLICADAS NA PUBLICIDADE

A pesquisa aborda o estudo da intertextualidade das obras bidimensionais do pintor impressionista Vincent Van Gogh, enquanto suporte para o desenvolvimento gráfico da campanha publicitária destinada aos clientes do Banco Santander Van Gogh, preservando a identidade das imagens utilizadas. O processo analisado parte de um movimento artístico, que é o Impressionismo, para chegar até as mídias da campanha do Banco Santander.

LANFREDI, Rui Antonio

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa será conduzida a partir do estudo da comunicação, utilizando a fragmentação como parte integrante do estudo da intertextualidade e da linguagem visual. Pretende demonstrar como as imagens das obras artísticas originais foram fragmentadas e materializadas nos espaços físicos empregados nas agências bancárias, propiciando ao destinatário ter uma representação significativa da obra artística de Vincent Van Gogh.

1.1 Justificativa

Este estudo visa analisar mídias criadas como peças publicitárias da campanha do Banco Santander Van Gogh.

Para esta análise, vamos nos apropriar de parte do estudo da imagem que nos permite compreender palavras, imagens e cores em todas as suas dimensões e tipos diferentes de manifestações. Cabe aqui, somente uma análise plástica desta imagem e seus intertextos utilizados na criação destes impressos publicitários. “A publicidade atualiza as necessidades presentes, traduz, exacerba e confere valor aos produtos, tornando-os mais desejáveis [...] é um chamamento” (PEREZ, 2004, p. 114).

Contudo, este estudo servirá para utilização na área da publicidade, mostrando a importância do uso do *design* na composição das campanhas publicitárias. “A quebra de padrões segue a lógica que integra texto e imagem em função de um conceito, o que facilita a legibilidade da peça” (GRUSZYNSKI, 2008, p. 23).

1.2 Objetivo

O objetivo deste estudo é analisar a apropriação das obras de Vincent Van Gogh aplicadas nos serviços do Banco Santander.

Este artigo será conduzido a partir do estudo da comunicação, utilizando a fragmentação como parte integrante do estudo da intertextualidade e da linguagem visual. Se propõe analisar ainda como as obras artísticas bidimensionais (quadros) apresentam-se fragmentadas nos elementos visuais empregados num determinado espaço físico da agência bancária, criando uma relação, reconhecida ou não, por meio da verossimilhança ou analogia com as obras impressionistas de Vincent Van Gogh.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A intertextualidade pode ser reconhecida por Kristeva como “um texto que se constrói sempre a partir de outros textos” (NASCIMENTO, 2006, p. 17 apud KRISTEVA, 1974 p. 17).

Sem pretender aprofundar no conceito de intertextualidade, o foco é somente chamar a atenção para o alcance dos procedimentos intertextuais aplicados nos mais variados tipos de textos, particularmente os sistemas não-verbais e as chamadas semióticas sincréticas fazendo uso de diferentes códigos ao mesmo tempo, como por exemplo, nos discursos das mídias, o jornal, a televisão e o cinema.

Por isso, optamos por um corpus limitado, mas suficientemente diferenciado para este estudo que tem como objetivo básico a análise da intertextualidade/ ou leitura das imagens não verbais das obras de artes de Vincent Van Gogh aplicadas nas mídias criadas como peças publicitárias da campanha do Banco Santander Van Gogh.

“Todo texto se constrói como um mosaico de citações, todo texto é absorção de um outro texto. Assim, em lugar da noção de intersubjetividade, instala-se a intertextualidade, e a linguagem poética lê-se pelo menos como dupla” (NASCIMENTO, 2006, p. 64 apud KRISTEVA, 1974, p.17).

Logo, a intertextualidade, neste caso em específico, está diretamente ligada ao uso de fragmentos de obras de artes (pinturas), aplicados na campanha publicitária promocional, garantindo um selo de qualidade a estes produtos da campanha dos serviços Santander Van Gogh.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa de estudo de caso será utilizada como estratégia para fundamentar este estudo, com análise de obras artísticas, produtos físicos e imagens fotográficas do espaço bancário. Ao analisar a formulação do problema verificou-se a necessidade de um estudo qualitativo como parte integrante da pesquisa em questão.

Objetos da pesquisa*: design*, intertextualidade, fragmentos das obras artísticas de Vincent Van Gogh, espaço físico e linguagem visual gráfica.

- **Instrumentos:** Investigação bibliográfica, análise de obras artísticas, demonstração de análise dos espaços físicos das agências bancárias.

Procedimentos:

- Investigações bibliográficas, dissertações, artigos, documentos técnicos, sites e obras artísticas;
- Seleção e análise das imagens dos espaços físicos em questão;

3.1 A sala de espera

A sala de espera (Figura 1), aqui um ambiente para servir um café, uma bolacha, enfim pode estar diretamente associada aos ambientes mais informais e descontraídos como, por exemplo, um bar. As obras utilizadas como referências intertextuais foi “O café Terrace” (Figura 2) .

Neste quadro “O café Terrace” a presença do amarelo fica evidente, foi composto por um contraste, do lado esquerdo da obra, o café, e do lado direito, a noite estrelada. Se traçarmos um paralelo da obra com a agência, podemos considerar que foi utilizado o mesmo princípio de composição visual.



Figura 1 – Sala de espera Santander Van Gogh
Fonte: REBRAND. Banco Santander Van Gogh.

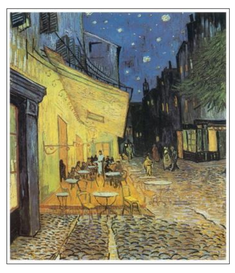


Figura 2 – ”O café Terrace”
Fonte: GOGH, Van, 2007.

As poltronas são confeccionadas na cor marrom, semelhante ao piso e possuem, nas costas do móvel, um aplique em madeira também na cor marrom remetendo a mesma textura do piso.

Temos uma mesinha de apoio branca posicionada ao lado das poltronas com o mesmo formato das mesas utilizadas no quadro, sendo a única diferença é que na agência ela foi produzida em uma escala menor. A proporção foi um recurso utilizado neste caso e o objeto foi reduzido na aplicação deste fragmento.

3.2 A sala de estar

Na sala de estar (Figura 3), o quadro que podemos considerar como uma citação direta foi “O quarto de Van Gogh em Arles” (Figura 4). Esta parte da agência foi desenvolvida com o conceito de uma sala de estar, um local onde o cliente pode se sentir em casa.



Figura 3 – Sala de estar Santander Van Gogh
Fonte: BOTTIGLIERI, Flavio.

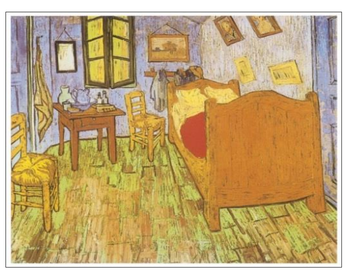


Figura 4 – “O quarto de Van Gogh em Arles”
Fonte: GOGH, Van, 2007.

Neste ambiente de estar, podemos considerar algumas semelhanças e relações entre a obra e o ambiente físico. Dentro desta analogia, a disposição dos elementos como mobiliário, quadros e o piso são semelhantes. Vamos traçar um paralelo entre os dois textos.

No quadro, a cama está encostada na parede e representada por um sofá na sala de estar. As duas cadeiras com assento de palha no quadro são representadas por duas banquetas na agência, com uma mesa de centro.

Sobre a cama existem alguns quadros pendurados na parede que foi representado por um único fragmento na sala de estar.

Para demonstrar a semelhança do piso na agência, a sala de estar foi montada sobre um tapete verde recortando e delimitando a área dos demais ambientes. O quarto está pintado sobre um piso de madeira, semelhante ao utilizado na totalidade do piso da agência, porém com umas pinceladas de verde.

Neste caso, o tapete serve basicamente para definir o ambiente, já que este tipo de escritório pode ser definido como planta livre.

Logo, podemos associar esta sala de estar com uma casa, um ninho, podendo estar relacionado à própria vivencia do pintor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo abordou o estudo da intertextualidade das obras bidimensionais do pintor impressionista Vincent Van Gogh, enquanto suporte para o desenvolvimento gráfico da campanha publicitária destinada aos clientes do Banco Santander Van Gogh, preservando a identidade das imagens utilizadas.

Nesta campanha em específico, a utilização de fragmentos como uma citação direta das obras de Van Gogh deixou claro a importância da utilização do elemento intertextual ou do recorte de uma parte da obra original aplicada em uma campanha de produtos industrializados.

As obras citadas como referências e analisadas foram pintadas no ano de 1888 com temas espaciais característicos: “O café Terrace” e “O quarto de Van Gogh em Arles”.

Neste estudo ainda, há uma relação da utilização do valor do mundo artístico inserido em um mundo capitalista: o banco criou uma marca para um público de alta renda e diferenciado dos demais clientes associando ao valor financeiro que um quadro de Van Gogh atinge hoje no mercado das artes. A questão cultural, neste caso, também é muito relevante aqui no Brasil, haja vista que somente as classes mais elitizadas possuem acesso direto a artes e as valorizam como tal.

Contudo, podemos considerar que esta campanha publicitária do Santander Van Gogh como uma apropriação de fragmentos das obras de Vincent Van Gogh, recortada e aplicada nos serviços publicitários para clientes de alta renda do Banco Santander.

REFERÊNCIAS

BALOGH, Anna Maria. **O Discurso Ficcional na TV:** Sedução e Sonho em Doses Homeopáticas**.** São Paulo: EDUSP, 2002.

BOTTIGLIERI, Flavio. **3D Design**. Disponível em: <http://www.flaviobottiglieri.com.br/wp/wp-content/uploads/2010/12/2867-800x600.jpg>. Acesso em: 21 nov. 2012.

GOGH, Van. **Painting and Drawings CD-ROM and Book**. Dover Publications Inc. New York, 2007.

GREIMAS, A. J. e Courtés, J. **Dicionário de semiótica**. São Paulo: Editora Contexto, 2011.

GRUSZYNSKI, Ana Cláudia. **Design Gráfico:** do invisível ao ilegível. Editora Rosari, São Paulo, 2008.

JOLY, Martine. **Introdução à análise da imagem.** Campinas, Editora Papirus: São Paulo, 1996.

KRISTEVA, Julia (1974-a). Introdução à Semanálise. São Paulo: Perspectiva, 1984.

NASCIMENTO, Geraldo Carlos do. **A intertextualidade em atos de comunicação**. São Paulo: Annablume, 2006.

PEREZ, C. **Signos da Marca**. São Paulo: Thomson Pioneira, 2004.

REBRAND. **Banco Santander Van Gogh**. Disponível em: <http://www.rebrand.com/notable-baco-santander-van-gogh>. Acesso em: 21 nov. 2012.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO

AVALIAÇÃO DOS DESVIOS EM UMA RODA DENTADA PELA NORMA DIN3962

Para construção de uma engrenagem, é necessário, modulo, ângulo de pressão, diâmetro da raiz, diâmetro da cabeça, fator de deslocamento (x), largura da engrenagem. Contudo, esses parâmetros de construção, não possibilitam verificar se existe desvios que prejudicam tanto o funcionamento quanto a durabilidade da engrenagem. Com desenvolvimento de novas tecnologias, ou seja, surgimento de novas máquinas, como retíficas de dentes e medidoras de engrenagens, começou a pensar na durabilidades e melhor funcionamento das engrenagens. A norma DIN 3962, trata dos desvios ocasionados durante a usinagem, isto é, a norma avalia os tipos de desvios, se são aceitáveis ou não.

SANTOS, Paulo
THOMAS, Wallyson
FANECO, Rogismar
BARALDI, Marcelo

Faculdade de Tecnologia SENAI "Roberto Mange"

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

Foi denominado grau de qualidade e classe de tolerância para o dentado, aqui vamos focar na discussão de alguns parâmetros dessa norma, e para nos auxiliar nessa avaliação vamos utilizar o livro, Engrenagens cilíndricas, da concepção a fabricação, autor Norberto Mazzo. Nesse ensaio, vamos comentar alguns parâmetros de qualidade, são eles:

- Excentricidade: fr
- Desvio de passo individual: fp
- Erro de passo total: Fp
- Erro de divisão entre dois passos consecutivos: fu
- Desvio total na linha de flanco: Fß
- Desvio angular na linha dos flancos: fhß
- Desvio de forma na linha dos flancos: ffß
- Desvio angular do perfil evolvente: fha
- Desvio total do perfil evolvente: fa
- Desvio de forma do perfil evolvente: ffa

1.2 Objetivo

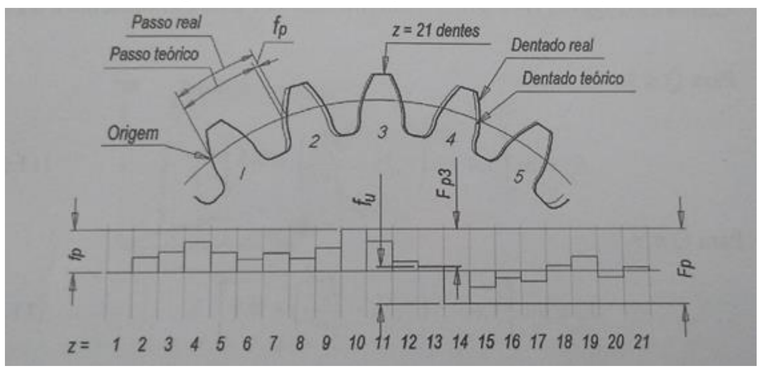
Avaliar os parâmetros dessa norma DIN 3962: Excentricidade, Desvio de passo individual, Erro de passo total, Erro de divisão entre dois passos consecutivos, entre outros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Excentricidade é a relação do diâmetro interno (diâmetro de referência) da engrenagem ou os diâmetros externos (diâmetro de referência) de um pinhão com relação a uma linha média projetada entre o diâmetro da raiz (df) e o diâmetro da cabeça (da), isso possibilita a verificação da geometria de cada dente em relação aos diâmetros de referência. É equivalente a diferença máxima entre as medidas radiais tomada sobre uma esfera colocada nos vãos de todos os dentes da engrenagem ou pinhão. Que gira em torno de seu eixo geométrico.

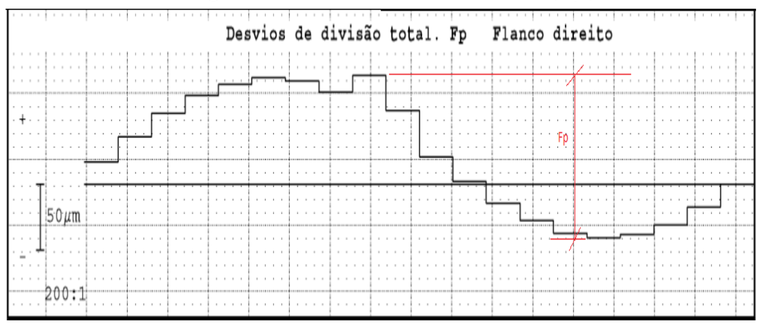
O Desvio de passo individual (fp) é a diferença entre o passo circular teórico e o real, medidos o mais próximo possível do diâmetro de referência. Vejamos a figura 1 abaixo.

Figura 1 - Desvio de passo individual (fp)



Erro de passo total (Fp) é a diferença entre o maior e menor passo, considere todos os dentes do dentado, ver figura 2.

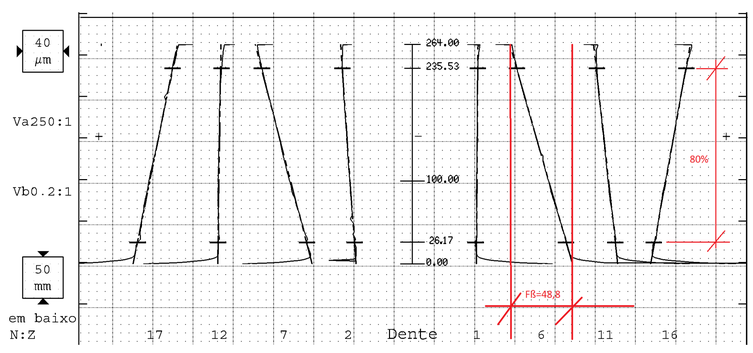
Figura 2 - Desvio e divisão total (Fp)



No desvio de hélice, podemos dizer que a hélice, em uma roda dentada, é definida pelo seu passo, medido na direção axial e por um círculo referência. Nas engrenagens com dentes retos, consideramos o passo infinito e o ângulo igual a zero. A norma DIN 3962 estabelece seus valores em função da qualidade e da largura do dentado.

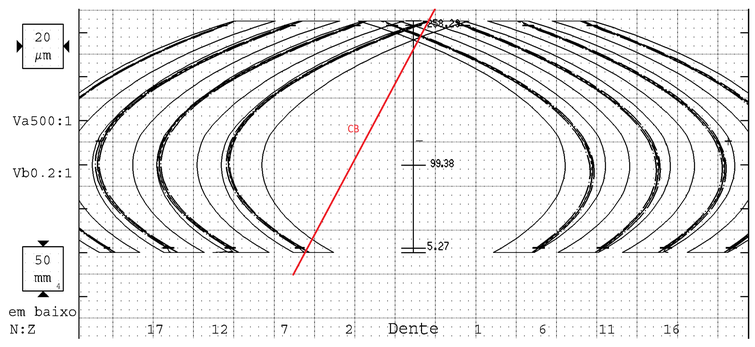
Desvio total na linha dos flanco ou erro total de alinhamento (Fß) é a diferença entre duas curvas paralelas a linha de flanco teóricas que delimitam a linha de flanco real, compreendida dentro da área de avaliação. Traçam-se duas retas paralelas verticais tangenciando-as aos picos e vales mais afastados, dentro das áreas de avaliação. Fb é a distância entre essas duas retas tomada na direção horizontal. Ver figura 3.

Figura 3 - desvio total na linha de flanco (Fß)



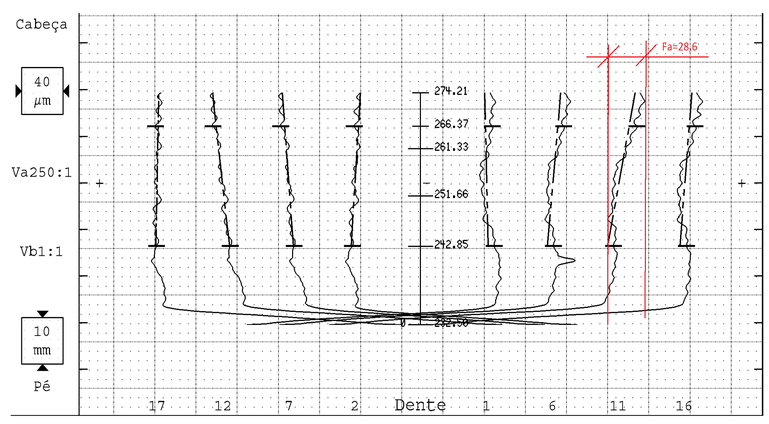
Abaulamento ou crown, ou abaulamento do flanco é uma modificação determinada que visa diminuir o contato e consequentemente o atrito.Podemos definir o abaulamento como um arco, isto é, a distância entre a linha vermelha e a curva desenhada no relatório. Ver figura 6 abaixo.

Figura 6 - Abaulamento de largura (CB)



Para avaliação do desvio angular do perfil evolvente (Fa), traçamos duas retas paralelas que compreende a linha medidora, assim verificamos essa distância. O erro angular detectado pode ser causado por uma ferramenta caracol mal afiada ou uma má centralização da peça na máquina. Ver figura 7 abaixo.

Figura 7 - Desvio angular do perfil evolvente (Fa)



Desvio de forma na linha dos flancos (ffa) é a distância entre duas linhas que delimitam a linha medidora de perfil. Traça-se duas paralelas à curva de medição, compreendendo os picos e vales mais afastados essas retas são traçadas em ambos os lados, de modo a incluir o gráfico. Podemos dizer que ffa tem a finalidade de analisar o acabamento do flanco. Veja figura 9 abaixo como exemplo.

Figura 9 - Desvio angular do perfil evolvente (ffa)

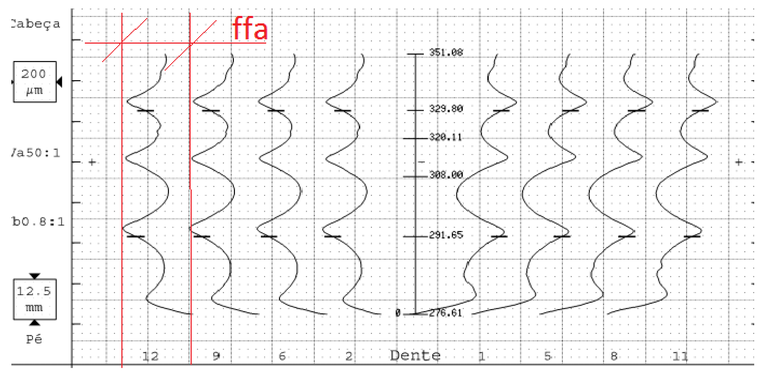


Tabela 1 - Desvio angular do perfil evolvente (ffa)

Dente	12	9	6	2	Tol/grau de qualidade	1	5	8	11
Fha	217	219 /12	214	214	250/12/ 250/12	243	246/12	243	241

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve como foco, compreender e explicar melhor os parâmetros de avaliação de um dentado, tendo uma finalidade didática, pois além de demonstrar através dos gráficos alguns parâmetros de qualidade, utilizamos conceitos, que explicam o desvios de uma roda dentada, ancorando conceitualmente os desvios aceitáveis ou reprovado de uma roda dentada.

Com esse trabalho poderemos levar para o meio fabril, uma explicação conceitual deixando de utilizar o senso comum, que prejudica em muito o debate técnico entre processo e qualidade.

REFERÊNCIAS

GONÇALVEZ, Patricia U.; e WERNER, Liane. **Comparação dos índices de capacidade do processo para distribuições não-normais**. São Carlos: 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v16n1/v16n1a12.pdf>. Acessado em: 20 maio. 2017. n. 1 v. 16 p. 121-132.

Mazzo, Norberto. Engrenagem cilíndricas: da concepção à fabricação. São Paulo. Ed. Blucher, 2013.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO

AVALIAÇÃO ERGONÔMICA ATRAVÉS DO MÉTODO RULA PARA TRANSPORTE DE BATERIAS AUTOMOTIVAS

Nas últimas décadas a preocupação com a avaliação de riscos que se referem à função e ao ambiente de trabalho vem se tornando rotina. Uma avaliação inadequada dos riscos atinge diretamente o ser humano e as organizações, pois os riscos inerentes e presentes nos ambientes de trabalho afetam diretamente os resultados esperados de segurança, saúde, qualidade e produtividade. A ergonomia é uma das principais possibilidades para a prevenção e tratamentos de riscos ocasionados em ambiente de trabalho. Este artigo apresenta uma análise ergonômica em um posto de trabalho, onde o colaborador tem como função o carregamento de uma bateria automotiva. O objetivo de verificar quais são as condições e consequências das atividades em relação à postura dos trabalhadores é estudada. Criou-se condições de trabalho reais para verificar possíveis falhas e caminhos de melhorias para assegurar a qualidade na solução desse problema.

SANTOS, Aleksandro Gonçalves dos
PASCHOALINOTO, Nelson W.

SENAI SÃO PAULO
Faculdade de Tecnologia SENAI "Armando de Arruda Pereira"

1 INTRODUÇÃO

Os métodos atuais permitem fazer análises ergonômicas em um ambiente 3D (tridimensional) usando uma simulação real do posto de trabalho. A partir desta simulação é possível para o analista verificar problemas, para depois modificar e garantir o melhor método para execução de uma tarefa e por fim, garantir a integridade do colaborador. As simulações contribuem para o desenvolvimento de tarefas simples e complexas e com a interpretação dos resultados, elaboram uma maneira dessa tarefa ser feita sem colocar em risco a saúde do colaborador.

2 ERGONOMIA

A ergonomia é definida como o conjunto dos conhecimentos científicos relativos ao homem e necessário para a concepção de ferramentas, maquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo conforto e segurança [2].

A ergonomia tem quatro áreas de atuação relacionadas ao trabalho [1]. A primeira área da ergonomia destina-se ao planejamento do sistema de trabalho e de atividades fisicamente pesadas, com altos gastos de energia e, nesta área também, se estuda ambientes com altas temperaturas. A segunda área é a área da biomecânica, onde se estuda movimentos e posturas de trabalho e também se verificam a anatomia corporal relacionada a posição de trabalho do empregado. Na terceira área utiliza-se da antropometria para medir as dimensões humanas e seus ângulos de conforto e desconforto. Analisando-se esses dados, pode-se planejar postos de trabalho ergonomicamente corretos. A quarta área de atuação da ergonomia tem como característica prevenir o erro humano [1].

2.2 Análise ergonômica no trabalho

Este trabalho apresenta a análise ergonômica em um posto de trabalho, onde o operador tem como tarefa o deslocamento de cargas de uma bateria automotiva, quando a mesma sai da linha de produção.

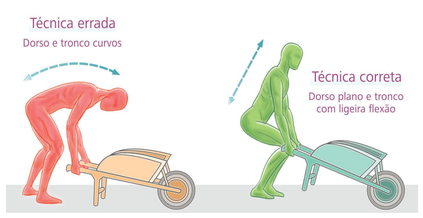
Durante esta pesquisa buscou-se mostrar a maneira que as condições de trabalho podem afetar o desenvolvimento de algumas tarefas. Os dados foram coletados através das observações, entrevistas com os colaboradores, auxílio de equipamentos fotográficos e medições através de *softwares*. Assim, foram utilizados diversos mecanismos para garantir a coerência neste trabalho.

2.2 Movimentações de carga

Os sistemas de produção devem ser projetados para o uso de equipamentos, com o intuito de diminuir o trabalho manual de levantamento de carga [3].

O levantamento e transporte de cargas quando feitos manualmente são alguns dos fatores que contribuem para o desgaste na coluna. Ainda nos dias atuais pessoas exercem tarefas de levantamento e transporte de cargas em um ambiente industrial. A coluna é a parte mais afetada do corpo quando o assunto é excesso de peso. A Figura 1 mostra a maneira correta de fazer essa tarefa.

Figura 1– Força aplicada e fixações para



Fonte: Franceschi (2013) [4].

3. MÉTODO RULA

O método *Rapid Upper Limb Assessement* (RULA), foi desenvolvido por Lynn McAtamney e Niegel Corlett em 1993, na universidade de Nottinghan.

É um método ergonômico que investiga a exposição dos trabalhadores aos fatores de risco associados ao membro superior tais como postura, contração muscular estática, repetição, força e alcance. O RULA é um método rápido de análise postural, estático e dinâmico que analisa esforços contínuos e de força, é mais eficaz quando aplicado em funcionários que tem com tarefa, atividade que necessita de um esforço excessivo dos membros superiores [5].

3 MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com os procedimentos adotados, foram coletados dados através de observações e medições dos ângulos em cada posição do transporte de uma bateria para mostrar como as condições de trabalho podem afetar o desenvolvimento das atividades. Utilizou-se três colaboradores como amostra de coleta de dados.

Esta análise busca propor modificações para melhorar as condições de trabalho no local onde as pontuações ficaram altas, de acordo com a análise feita no software CATIA V5. Essa intervenção necessita ser feita rapidamente para não comprometer a saúde dos colaboradores.

3.1 Análise da tarefa

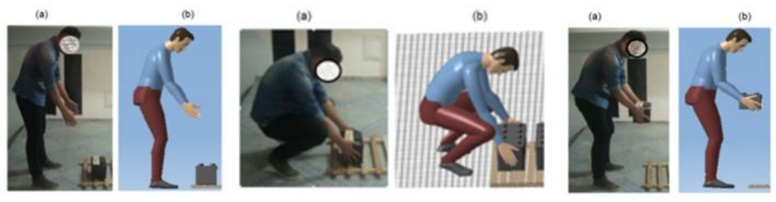
O método RULA foi aplicado em cada uma das posturas que neste trabalho foram executadas em três partes:

a) postura inicial: nessa etapa o colaborador se aproxima da bateria automotiva que está no chão;

b) postura intermediária: o colaborador se prepara para se agachar em direção a bateria e com as mãos segura a carga com intuito de erguê-la para iniciar o transporte;

c) postura final: nessa fase o colaborador segura a bateria automotiva e com ajuda das forças colocadas nas pernas dá início ao levantamento. A figura 2 ilustra as três fases de estudo. Em 2(a) mostram-se fotos do colaborador executando a tarefa e em 2(b) as simulações realizadas por meio do CATIA V5.

Figura 2 – Postura de trabalho estudadas



Fonte: Dados do Autor.

As fotos dos colaboradores foram exportadas para o software Ergolândia *trial*, onde mediu-se os ângulos das posturas. A figura 3 mostra uma das medições realizadas em um colaborador.

Figura 3 – Postura de trabalho estudadas



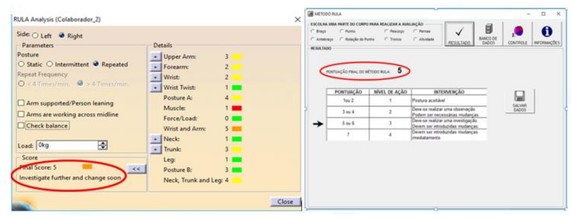
Fonte: Dados do Autor.

3.2 Resultados

Após a inserção dos dados no CATIA V5, o software executa a análise. Desta forma é possível verificar os dados apresentados. A figura 4 (a) apresenta os resultados para a postura inicial. Como efeito comparativo, utilizou-se o software Ergolândia versão *trial* para verificar os resultados. A figura 4 (b) mostra o resultado. Este foi exatamente igual à resposta dada pelo Software CATIA.

Os resultados obtidos pelo método RULA mostraram que é necessário alterar e propor uma mudança no ambiente de trabalho, devido à pontuação não ficar entre os valores mais baixos. Pensou-se em uma proposta com o intuito de diminuir ou minimizar as más posturas no ambiente de trabalho.

Figura 4 – Em (a) Interface CATIA e (b) Ergolândia.



Fonte: Dados do Autor.

A tabela 1ilustra os scores de cada colaborador. Desta forma é possível analisar que independentemente das medidas antropométricas ou das características individuais essa tarefa precisa ser alterada.

Tabela 1 – Resultados das análises RULA.

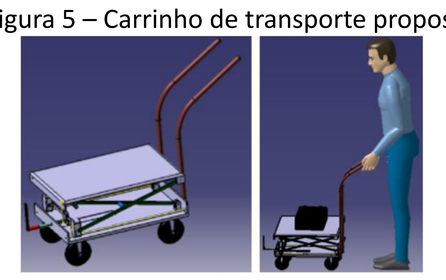
N° da atividade	Colaborador 1	Colaborador 2	Colaborador 3
1	4	5	4
2	7	7	7
3	7	7	7

Fonte: Dados do Autor.

3 PROPOSTA DE MELHORIA

Após análise das posturas de cada colaborador foi possível verificar a necessidade de uma mudança no posto de trabalho. Uma solução foi o desenvolvimento de um carrinho de transporte que servirá de suporte nas execuções das tarefas no dia a dia. A Figura 5 ilustra o carrinho de transporte.

Figura 5 – Carrinho de transporte proposto



Fonte: Dados do Autor.

Com a aplicação do carrinho de transporte o score obtido foi 3. Desta forma a utilização deste método de trabalho é válida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da aplicação do método RULA foi possível identificar os fatores de risco que está submetido os colaboradores em um posto de trabalho de transporte de baterias automotivas. De posse dos resultados das análises foi proposto um carrinho para transportar essas baterias até o local adequado, assim proporcionando um ambiente mais confortável e o posicionamento adequado da postura. Com a integração do carrinho ao ambiente de trabalho obteve-se melhor resultado ergonômico com a atividade agora executada com o auxílio do carrinho de transporte.

Os resultados do software CATIA V5, quando comparado com os resultados do software Ergolândia foram os mesmos. Foi possível colocar os ângulos observados durante a execução da tarefa para fazer a mesma análise. Desta forma, a proposta de utilizar esses dois softwares para avaliar as posturas exercidas por uma pessoa se mostram eficazes.

REFERÊNCIAS

[1] COUTO, H.A. **Ergonomia aplicada ao trabalho:** conteúdo básico: guia prático. Belo Horizonte: Ergo, 2002.

[2] WISNER, A. **A inteligência no trabalho**: textos selecionados de ergonomia. São Paulo: FUNDACENTRO, 1994.

[3] IIDA, I. **Ergonomia**: Projeto e produção, conteúdo básico: guia prático. Belo Horizonte: Ergo 2005.

[4] FRANCESCHI, Alexandre de. **Ergonomia**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Industrial de Santa Maria – CTISM, 2013.

[5] SHIDA, G. J.; BENTO, P. E. G. Métodos e ferramentas ergonômicos que auxiliam na Análise nas situações de trabalho. In: **VII Congresso Nacional de Excelência Em Gestão**, 2012.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO

SENAI SÃO PAULO

Faculdade de Tecnologia SENAI "Roberto Mange"

CAPABILIDADE METROLÓGICA
COMPARAÇÃO DOS ÍNDICES DE CAPABILIDADE EM UM LOTE DE PEÇAS DE ALUMÍNIO EM DIFERENTES TEMPERATURAS

O Estudo da capacidade de um processo é comparar a variabilidade própria do produto com as exigências ou especificações e só pode ser estimada quando o processo está sobre controle estatístico, ou seja, tem comportamento previsível caracterizado por uma distribuição. O objetivo deste trabalho é calibrar e fazer os cálculos de incerteza do micrômetro milesimal (25-50mm), medir as peças e elaborar os gráficos de capabilidade, verificar se o equipamento é capaz de produzir peças dentro de um limite de aceitação especificado e como é o comportamento da curva de distribuição das medidas em diferentes faixas de temperatura. O resultado deste trabalho, demonstrou que que o equipamento não foi capaz de manter um índice mínimo de capabilidade segundo a norma ISO QS9000 e que os índices de capabilidade Cp e Cpk variam inversamente proporcional ao aumento da temperatura, sendo este resultado expresso por uma equação do 1º grau.

GOMES, Aguimar
THOMAS, Wallyson
FAVARO, Ricardo
BEGOSSI, Marcus

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

Os índices que apontam se o processo está fabricando produtos dentro de uma faixa de especificação e assim indicam se a produtividade está o suficientemente aceitável são Cp, Cpk, Pp e Ppk que dentro de uma curva de distribuição normal centralizada em +/- 3 sigmas representa um índice de assertividade de 99,73% ou seja, em um lote de 1.000.000 peças, 2.700 estarão fora da especificação. Com a alta competitividade e as exigências dos clientes os indicadores de performance estratégicos, táticos e operacionais, utilizados atualmente nas empresas são em muitas vezes bastante eficazes para medirem o que lhes é proposto, todavia, tornam-se ineficaz quando tentamos comparar as diversas performances dimensionais em um mesmo produto. As empresas preocupadas com a alta qualidade e a redução de custos dos seus produtos medem seu desempenho através do nível sigma dos seus processos produtivos, que busca uma assertividade de 99,99%. Em um processo de produção de 18 peças em um torno CNC qual seriam os índices de capabilidade do processo deste lote fabricado em um ambiente com temperatura à 20ºC e como se comportariam estes índices caso as peças sejam submetidas a uma temperatura superior à de controle.

1.2 Objetivo

Calibrar e fazer os cálculos de incerteza do micrômetro milesímal (25-50mm), medir as peças e elaborar os gráficos de capabilidade, verificar se o equipamento é capaz de produzir peças dentro de um limite de aceitação especificado e como é o comportamento da curva de distribuição das medidas em diferentes faixas de temperatura.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Capabilidade do processo

Segundo a definição formal da ISO GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Meansurement) (1995) é a habilidade do processo de produzir partes conforme as especificações de engenharia, avaliando-se a média e o desvio padrão do processo, para comparação com a especificação.

2.2 Nível Sigma

Sigma (a 18ª. letra do alfabeto grego) é uma medida de variação utilizada em estatística. Esta medida, aplicada a um processo empresarial, diz respeito à frequência com que determinada operação ou transação utiliza mais do que os recursos mínimos necessários para satisfazer o cliente. A maioria das empresas está no nível "4-sigma", o que significa mais de 6 mil defeitos por 1 milhão de oportunidades. Isto significa um custo em torno de 15% a 20% de seu faturamento, conforme Tab. (1). Uma empresa que está no nível "6-sigma" registra apenas três defeitos em um milhão. Segundo Campos (1999), "o conceito seis sigma é uma nova forma para medir o quanto um produto é bom. Quando um produto tem seis sigma isto nos diz que sua qualidade é excelente, significando que a probabilidade de produzir defeitos é extremamente baixa" (CAMPOS, 1999).

Tabela 1 - "A Escalada da Qualidade. O que é, e o que representa em termos de Custo cada etapa do sistema Seis Sigma".

Nível Sigma	Defeitos por milhão	Custo da não qualidade
6 Sigma	3,4	Menos de 10% das vendas
5 Sigma	233	10% - 15% das vendas
4 Sigma	6210	15% - 20% das vendas
3 Sigma	66807	20% - 30% das vendas
2 Sigma	308537	30% - 40% das vendas
1 Sigma	690000	----------

Fonte: Revista EXAME

Assim, estar no nível Seis Sigma se traduz para a organização em vantagem de custo e, os recursos que "sobram", podem ser redirecionados dentro da estrutura organizacional para diferenciação competitiva. Dessa forma, a meta dessa ferramenta não é apenas alcançar melhores níveis de qualidade, ela está relacionada também à melhoria da lucratividade. Segundo Cristina Werkema (2004), no Brasil, o resultado das organizações que estão adotando o programa Seis Sigma "tem superado o indicador de 15 reais de ganho por real investido e há vários projetos cujo retorno é da ordem de 5 a 10 milhões de reais anuais"(WERKEMA, 2004, p. 83).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Subseções

Foram torneadas um lote de 18 peças conforme desenho (ANEXO 1 - Desenho Corpo de Prova) de uma liga de alumínio da família 5051 no torno CNC ROMI GALAXY 10 com 6000 rpm e potência máxima do eixo árvore de 15kW, comando Fanuc 0iT.

Para se obter dados confiáveis, o instrumento de medição utilizado foi o micrômetro milesimal da marca Mitutoyo, capacidade (25-50) mm que foi calibrado e aferido de acordo com a norma ISO3611(1998), e também calculado suas incertezas de acordo com norma ISO GUM (1995).

A partir dos cálculos de incerteza realizados, foram especificados os limites superiores e inferiores de aceitação (LSA, LIA) e feito todo o controle dimensional das amostras em um laboratório de metrologia com temperatura controlada à 20ºC, onde os dados que são a base de referência deste trabalho estão dispostos no ANEXO 3 Tabela de medições a 20ºC.

Com base nestes dados foram gerados os gráficos de capabilidade (Figura 7 e 8) das medidas críticas e calculado o nível sigma do lote produzido (Item 3.6).

Depois as peças foram submetidas a um aquecimento controlado em um forno elétrico marca Jung capacidade 1400ºC de 0,072 litro,s à 75ºC e medidas novamente. Neste momento foi aplicado o fator de correção do erro do aparelho, de 0,0063 mm para a medida de 36,965 mm e de 0,0051mm para a medida de 29,98 mm, pois a peças dissiparam calor com o aparelho e os dados obtidos e corrigidos desta outra medição estão no ANEXO 4 Tabela de medições à 75ºC , que geraram os gráficos de capabilidade (Figuras 11 e 12).

Pois através dos valores destes limites que será determinado os índices de capabilidade (Cp, Cpk, Pp, Ppk).

A metodologia para calibração do instrumento foi baseada na norma ABNT 3611(2000), e a incerteza no guia para expressão de incerteza de medição JCGM 100:2008, GUM 1995 com pequenas correções.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo de torneamento CNC utilizando o torno Romi GALAXY 10 não foi capaz de atender as especificações de projeto das medidas de Ø 36,965mm e Ø 29,980mm. Pois os índices de Pp e Ppk estão menores que 1,33 nos dois mensurando, demostrando assim uma amplitude muito grande entre as amostras avaliadas, porém o equipamento demonstra que é potencialmente capaz de produzir dentro dos intervalos especificados, pois os índices Cp e Cpk estão acima de 1,33.

Analisando o desempenho do equipamento a longo prazo, observamos uma capacidade potencial do mesmo produzir peças fora das especificações na proporção de 11547,33PPM para a medida de Ø 36,965 +/- 0,02mm e 14383,79PPM para a medida de Ø 29,980 +/-0,03mm , caso as dispersões não sejam corrigidas, representando um custo de não qualidade de 20% à 30% sob o valor total das vendas conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 2 – Análise do Nível Sigma

Análise Nível Sigma	
Oportunidade de Defeitos (OD)	5
Quantidade Peças Inspecionadas	18
Quantidade de Peças com Defeitos	4
Defeitos por Unidade (DPU)	0,22
Defeitos por Milhão de Oportunidade (DPMO)	44444
Nível Sigma	3,2
Rendimento (%)	95,2%

Tabela 2 – Conversão Seis Sigma

Rendimento *	Defeitos por Milhão de Oportunidades	Nível Sigma
69.15%	308,500	2.0
84.13%	158,700	2.5
93.32%	66,800	3.0
97.73%	22,700	3.5
99.38%	6,200	4.0
99.87%	1,300	4.5
99.977%	230	5.0
99.997%	30	5.5
99.9997%	3.4	6.0

Figura 1 – Gráficos de Capabilidade à 20°C (A) Ø36,965 mm e (B) Ø29,980 mm .

(A) (B)

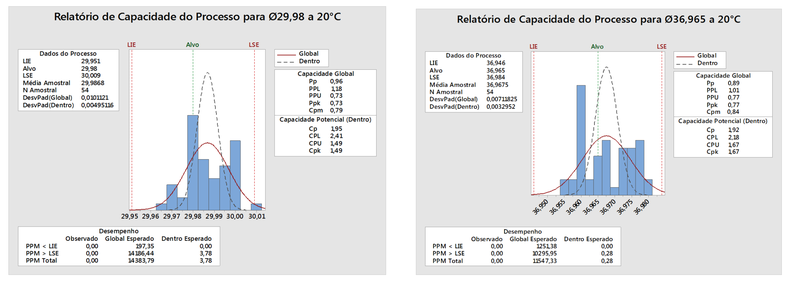


Figura 2 - Gráficos de Capabilidade à 75°C para (A) Ø36,965 mm e (B) Ø29,980 mm

(A) (B)

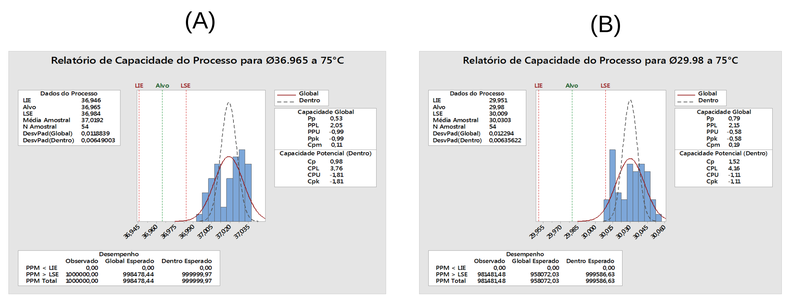
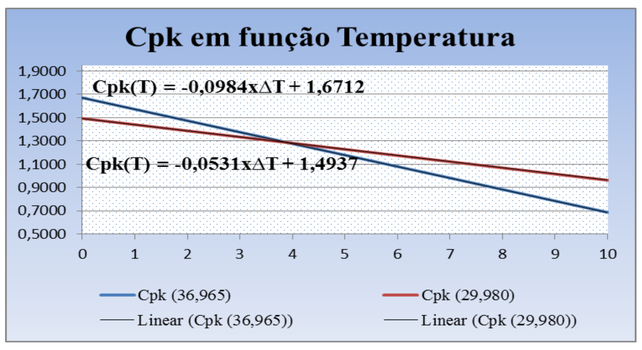
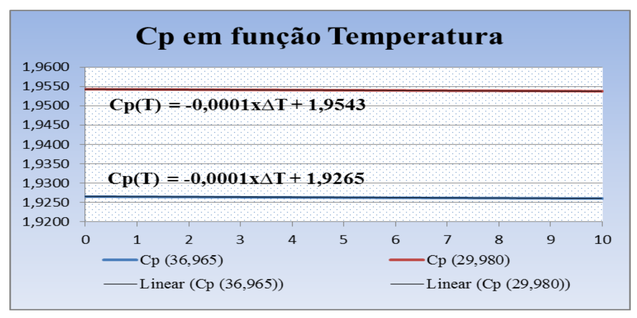


Figura 3 – Gráfico da taxa de variação (A)Cpk e (B) Cp em função da temperatura.

(A)



(B)



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de torneamento realizado na máquina descrita não foi capaz de atender as especificações da ISO QS900, nos requisitos de capabilidade do processo, mas possui um potencial de produção dentro dos limites de aceitação.

O Cpk de peças em alumínio 5051, variam consideravelmente a partir de uma pequena variação de temperatura.

Para que não ocorram falhas devido à variação dimensional no momento de sua aplicação, é necessário fazer uma correção do índice Cpk de acordo com abaixo, fazendo assim com que as dimensões do produto estejam dentro dos limites de aceitação na temperatura real de trabalho.

$$Cpk_{(final)} = (0{,}075 \times \Delta T) - Cpk_{(inicial)}$$

REFERÊNCIAS

GONÇALVEZ, Patricia U.; e WERNER, Liane. **Comparação dos índices de capacidade do processo para distribuições não-normais**. São Carlos: 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v16n1/v16n1a12.pdf>. Acessado em: 20 maio. 2017. n. 1 v. 16 p. 121-132.

WERKEMA, Cristina. **Métricas do seis sigma.** Disponível em: < http://agente.epse.com.br/banasqualidade/qualidade47471111474747.PDF>. Acesso em: 16 maio. 2017.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO
SENAI SÃO PAULO
Faculdade de Tecnologia SENAI – Nadir Dias de Figueiredo

CARACTERIZAÇÃO DO EFEITO MEMÓRIA DE FORMA EM UMA LIGA DE Cu-21Zn-6Al

Resumo do trabalho – No presente estudo foram investigadas os mecanismos físicos responsáveis pelo Efeito Memória de Forma em uma liga de Cu-21Zn-6Al produzida por fundição. Os fenômenos de memorização e recuperação nestas ligas foram investigados e quantificados através de diversos ensaios metalúrgicos e mecânicos.

CHAVES, Luis Fernando Fiuza
VALE, Jonatas Costa
GUIMARÃES, Mariana Azevedo
SILVA, Ana Gabriella Dias
MARCHIOLI, Carlos Alberto
SILVA, Marcelo Lopes da

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

As ligas a base de Cu-Zn-Al vem surgindo como alternativa para substituir as ligas de Ni-Ti com Efeito Memória de Forma. Seu estudo é importante para viabilizar seu uso e consequentemente aumentar a visibilidade dessas ligas para aplicação no mercado, principalmente para fabricação de circuitos elétricos e próteses.

1.2 Objetivo

Geral: Reproduzir e analisar o Efeito Memória de Forma em uma liga de Cu-Zn-Al produzida por fundição.

Específicos:

- Reprodução dos efeitos de Memorização e Recuperação responsáveis pelo Efeito Memória de Forma, através de ciclos termomecânicos;
- Definição das temperaturas críticas necessárias para a ocorrência da recuperação de forma na liga produzida.
- Caracterização microestrutural através de metalografia, difração de raios-x e simulação termodinâmica;

2 METODOLOGIA

2.1 Produção da Liga

A liga foi produzida através de fundição em forno à gás seguido de vazamento em coquilha por gravidade. Uma composição em peso de Cu-21%Zn-6%Al foi mantida, baseado no estudo de Asanovic e Delijic (2008). Em seguida, foram realizados tratamentos térmicos de normalização seguida de têmpera, o objetivo foi eliminar a estrutura bruta de fundição e obter uma estrutura martensítica que pela literatura [2][3] é a responsável pela recuperação de forma.

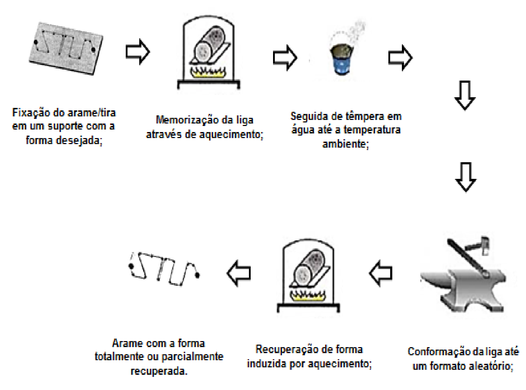
2.2 Caracterização

A microestrutura da liga foi caracterizada primeiramente através de difração de raios-x, utilizando uma ficha cristalográfica com ângulos de difração de até 90°. Um diagrama pseudo-binário foi elaborado através de cálculos termodinâmicos realizados no software de simulação FactSge, onde uma porcentagem de 6% de alumínio foi mantida constante. Por fim uma análise metalografica foi realizada em amostras polidas para caracterizar a morfologia das fases presentes. Todas as análises foram feitas nas amostras em seu estado bruto de fusão, após a normalização, após a têmpera e após a conformação.

2.3 Ensaios Mecânicos

O Efeito Memória de Forma foi reproduzido e evidenciado através de ciclos termomecânicos, onde a amostra era aquecida e deformada em temperaturas especificas de acordo com a literatura [2]. O ciclo termomecânico definido (Figura 1) foi executado tanto em uma liga de Ni-Ti quanto na liga Cu-Zn-Al produzida, ambos com aquecimento através de uma chama e com deformação guiada por um suporte.

Figura 1 – Ciclo termomecânico adotado.



Fonte: Os autores, 2017.

A temperatura de transformação foi estimada através de um suporte adaptado a partir de uma chapa aquecedora e de um Becker com glicerina, onde, os arames eram submersos e aquecidos até a ocorrência de uma recuperação de forma significativa.

3 RESULTADOS

3.1 Caracterização Microestrutural

Nas análises por microscopia ótica, evidenciou-se a formação de martensita térmica M18R na amostra temperada (Figura 2) e martensita mecânica na amostra conformada (Figura 3). Esses resultados revelam que na liga estudada a memorização e recuperação de forma ocorre pela transformação fora de equilíbrio da fase β (CCC) para martensita M18R (MS). Um mecanismo semelhante foi observado por Asanovic e Delijic [2] e por Bertolino[3] em seus estudos, também e semelhante ao mecânismo presente nas ligas de Ni-Ti[9].

Figura 2 – Martensita Térmica M18R evidenciada na amostra temperada com aumento de 500x

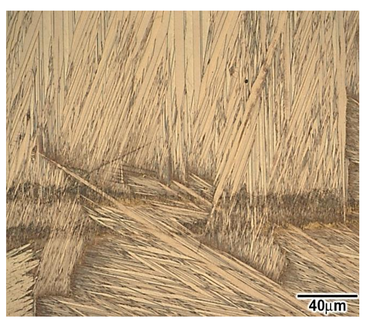
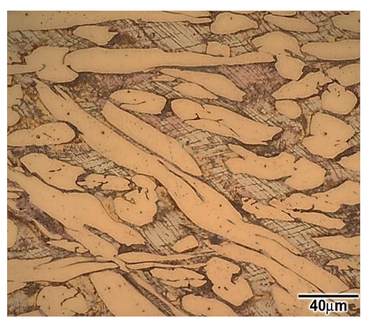


Figura 3 – Martensita Mecânica 2H evidenciada na amostra conformada com aumento de 500x

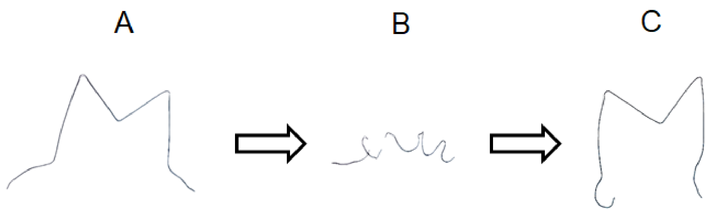


Fonte: Os autores, 2017.

3.2 Efeito Memória de Forma

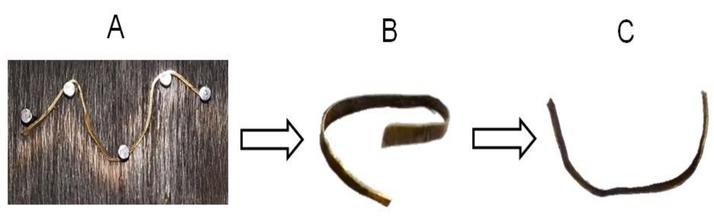
Os ciclos termomecânicos foram eficientes em ambas as ligas, e foi possível memorizar e recuperar a forma em ambas, porém, a liga produzida não foi capaz de recuperar 100% de sua forma memorizada, conforme pode ser visto nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 – Aspecto do fio de Ni-Ti durante as etapas de memorização (A), conformação (B) e recuperação (C).



Fonte: Os autores, 2017.

Figura 5 – Aspecto da tira de Cu-21Zn-6Al durante as etapas de memorização (A), conformação (B) e recuperação (C).



Fonte: Os autores, 2017.

As temperaturas de transformação adquiridas foram respectivamente de 65°C e 260°C para as ligas de Ni-Ti e Cu-21Zn-6Al; uma diferença de 195°C entre as temperaturas de recuperação de ambas as ligas.

4 CONCLUSÕES

- Assim como na literatura dois tipos de martensita estão presentes na liga, sendo elas a M18R (supersaturada) e 2H (deformada) e foram evidenciadas através das micrografias e difrações de raios-x; Sendo assim, o mecanismo de recuperação de forma da liga é coerente com a literatura, ocorrendo pela mudança da fase β^{l} com reticulado cristalino CCC para martensita M18R durante a memorização, deformação da martensita M18R na martensita 2H durante a conformação e retorno da martensita 2H para β^{l} durante a recuperação;
- Através de ciclos termomecânicos simples foi possível memorizar e recuperar diferentes formas tanto na liga produzida quanto na liga de Nitinol; A temperatura de recuperação da liga produzida foi de aproximadamente 260°C, acima da temperatura de recuperação de 65°C de uma liga de Nitinol, reduzindo sua aplicação para ambientes com alta temperatura.
- O elevado tamanho de grão da liga em seu estado sem refino promoveu uma baixa resistência quando submetido ao ensaio de tração, tal fenômeno foi evidenciado também por Bhuniya, et al (2005).

REFERÊNCIAS

[1]AMERICAN SOCIETY OF MATERIALS. **Metals Handbook, vol.3, Alloy Phase Diagrams**, 9ª ed, ASM international, 1992.

[2]ASANOVIC, V. DELIJIC, K. JAUKOVIC, N. **A study of transformations of b-phase in Cu–Zn–Al shape memory alloys.** Scripta Materialia. Montenegro, 2008, nº 58, p. 599-601.

[3]BERTOLINO, G. et al. **Mechanical properties of martensitic Cu–Zn–Al foams in the pseudoelastic regime**. Materials Letters. Concepción, San Carlos de Bariloche, Milan, 2010, nº 64, p. 1448-1450.

[4]BHUNIYA, A.K. et al. **Study on the effect of trace zirconium addition on the microstructural evolution in Cu–Zn–Al shape memory alloy.** Materials Science and Engineering. Howrah, 2005, A391, p. 34-42.

[5]BUJOREANU, L. G. **On the influence of austenitization on the morphology of α-phase in tempered Cu–Zn–Al shape memory alloys.** Materials Science and Engineering. Iasi, 2008, nº A481-482, p. 395-403.

[6]CASE, L. et al. **Shape Memory Alloy Shape Training Tutorial:** A Teacher's Guide to Teaching SMA Shape Training. Smart Materials and Structures, 2004. Disponível em: < http://www-personal.umich.edu/~btrease/share/SMA-Shape-Training-Tutorial.pdf>. Acesso em 15 de Agosto de 2016.

[7]DIAS, D. M. M. **Caracterização de ligas Fe-Mn-Si-Cr-Ni com efeito memória de forma na condição bruta de fusão.** 2014. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso, engenharia química – Universidade Federal de Alfenas, Poços de caldas/MG.

[8]LONGAUER, S. et al. **Shape memory effect in a Cu–Zn–Al alloy with dual phase α/β microstructure.** Materials Science and Engineering. *Kosice, 1999,* A273–275, p. 415-419.

[9]ZANABONI, E. **One Way and Two Way–Shape Memory Effect:** Thermo–Mechanical Characterization of Ni–Ti wires. 2008. 81f. Dissertazione (Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica) - Dipartimento di Meccanica Strutturale, Università Degli Studi di Pavia, Pavia/Lombardia.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO
SENAI SÃO PAULO

DEFINIÇÃO DO CICLO DE ENVELHECIMENTO PARA O INCONEL® 718 EM FUNÇÃO DO TEOR DE NIÓBIO APLICADO EM FIXADORES SUBMARINOS

A finalidade deste trabalho foi confeccionar tabelas práticas para definição do ciclo de envelhecimento, de acordo com o teor de Nióbio da matéria-prima, para atendimento a norma de referência da Petrobras. Neste trabalho, foram utilizadas quatro corridas com diferentes teores de Nióbio e com teores de Titânio com pequena variação. As corridas foram divididas em três grupos de corpos de prova e cada grupo recebeu um ciclo de envelhecimento diferente. As amostras foram avaliadas quanto a dureza e tração. Foi feita uma interpretação gráfica dos resultados, confrontando os teores de Nióbio com os resultados dos ensaios de dureza para cada amostra, resultando nas curvas de envelhecimento e tabelas práticas. Inconel® 718 é uma superliga de Níquel, que apresenta ótimas propriedades químicas e mecânicas, seja em temperaturas elevadas ou criogênicas. É utilizado como matéria-prima para fabricação de fixadores para ambientes marinhos.

SOUZA, Rogério Pereira de
JÚNIOR, Odilon de Moraes
SILVA, Marcelo Lopes da
Faculdade de Tecnologia SENAI "Nadir Dias de Figueiredo"

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

Dificuldade na definição dos parâmetros de tratamento térmico adequados para o envelhecimento do Inconel® 718, pois ao realizar o mesmo ciclo em corridas diferentes, encontram-se propriedades mecânicas distintas.

1.2 Objetivo

Geral: Definir parâmetros do ciclo de envelhecimento para o Inconel® 718 em função do teor de Nb da matéria prima e de acordo com valor de dureza especificado na norma de referência.

Específicos:

- Traçar curvas de envelhecimento, relacionando os teores de Nióbio e os intervalos de tempo em patamar, com os resultados dos ensaios de dureza.
- Extrair as equações das curvas, e criar tabelas que permitam definir o tempo em patamar necessário para o atendimento dos requisitos de dureza da especificação da Petrobrás.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Inconel® 718

O desenvolvimento da indústria de óleo e gás, em especial no ambiente offshore, requer materiais resistentes a ambientes quimicamente agressivos, em temperaturas variadas e mantendo propriedades mecânicas satisfatórias. O Inconel® 718, uma superliga à base de Níquel, apresenta grande estabilidade microestrutural, com um comportamento adequado às exigências dessa indústria.

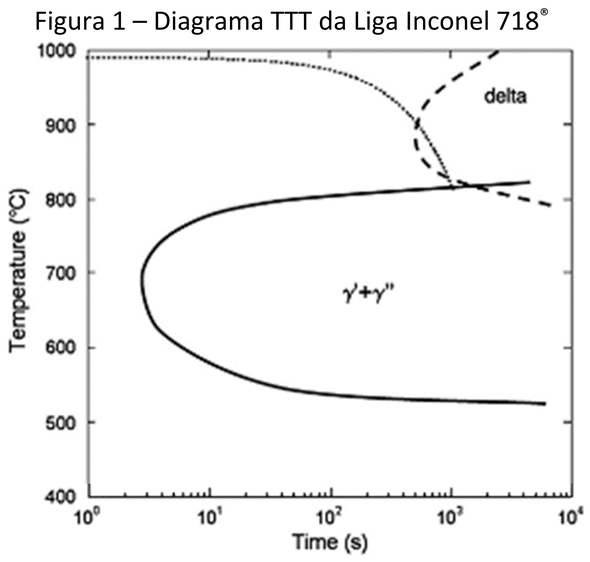
Santos [1] destaca que pequenas alterações na composição química e parâmetros de tratamento térmico permitem adequar o Inconel® 718 de acordo com as necessidades específicas do ambiente a qual esta será aplicado. Por outro lado, essa característica dificulta a previsão dos resultados do tratamento térmico quando se trabalha com corridas diferentes, pois mesmo mantendo-se um ciclo idêntico, propriedades mecânicas distintas são encontradas.

2.2 Tratamento Térmico de Envelhecimento

Voort [2] destaca que a precipitação de partículas de segunda fase apresenta grande influência no aumento de resistência mecânica da liga Inconel 718®. O tratamento térmico de envelhecimento, geralmente realizado após a solubilização, é utilizado para propiciar a precipitação destas partículas (fases γ' e γ"), cujo objetivo é promover um acréscimo de resistência mecânica. Contudo, outras fases podem precipitar durante o envelhecimento, além das fases γ' e γ" como, por exemplo, a fase delta (δ). A temperatura de envelhecimento influencia não somente o tipo de precipitado, mas também o tamanho e sua distribuição [3] [4].

A Figura 1 apresenta o diagrama TTT da liga Inconel 718, identificando as fases formadas em função da temperatura e do tempo de transformação. Este diagrama foi obtido por XIE et al. [5] a partir da análise de microestruturas e ensaios de dureza sendo as temperaturas solvus das fases γ', γ" e δ obtidas através de cálculos termodinâmicos.

Figura 1 – Diagrama TTT da Liga Inconel 718®



Fonte: XIE et al [5]

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

Foram utilizadas quatro barras de Inconel® 718, com diâmetro de 19,5 mm por um comprimento de 1020 mm, de composição química apresentada na tabela 1.

Tabela 1 - Composição química das barras de Inconel® 718 (elementos principais)

Corrida		Ni	Cr	Fe	Nb+Ta	Mo	Ti	Al	C	Co
API 6A718	mín	50	17	-	4,87	2,8	0,80	0,4	-	-
	máx	55	21	bal.	5,20	3,3	1,15	0,6	0,045	1
01		52,4	18,01	20,02	4,99	2,95	0,98	0,45	0,025	0,05
02		52,2	17,96	20,10	5,04	3,01	0,97	0,53	0,020	0,06
03		53,4	17,72	19,14	5,11	2,94	0,98	0,49	0,018	0,06
04		53,0	18,41	18,86	5,17	2,93	0,97	0,55	0,018	0,04

Fonte: O Autor, 2015

Os ciclos de envelhecimento foram baseados nos parâmetros de tratamento térmico usuais da indústria de fixadores, tabela 2.

Tabela 2 - Envelhecimento

Temperatura de Patamar	750 °C a 751 °C	750 °C a 751 °C	750 °C a 751 °C
Tempo em Patamar	15 minutos	45 minutos	75 minutos
Meio de Resfriamento	Ao ar	Ao ar	Ao ar

Fonte: O Autor, 2015

A Tabela 3 apresenta os critérios de resistência mecânica, conforme tabela 1 da especificação Petrobrás [6]

Tabela 3 – Critérios de resistência mecânica

Limite de Resistência à Tração (Lr) (mínimo)	Tensão de Escoamento 0,2% ($Le_{0,2}$) (mínima)	Alongamento (Al) (mínimo)
862 MPa (125 ksi)	724 MPa (105 ksi)	16%

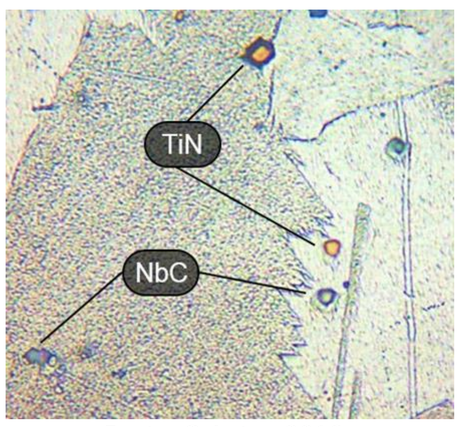
Fonte: O Autor, 2016

Conforme especificação Petrobrás [6], a dureza é definida entre 29 HRC e 35 HRC.

4 RESULTADOS

No aspecto microestrutural, os três diferentes ciclos de envelhecimento atenderam a especificação Petrobrás [6]. Conforme figura 2, é possível verificar a presença de Carbonetos e Nitretos dispersos na matriz, mas de forma isolada, não formando redes contínuas no contorno de grão.

Figura 2 – Carbonetos e Nitretos dispersos na matriz. Seção transversal. Ampliação de 500x



Fonte: O Autor, 2016

A Tabela 4 apresenta os valores médios de 5 medições de dureza realizadas nas barras solubilizadas e envelhecidas.

Tabela 4 – Dureza média das barras

Corrida	Tempo de Envelhecimento					
	15 min	σ	45 min	σ	75 min	σ
01 - 4,99% Nb	23,6 HRC	0,55	30,0 HRC	0,54	31,4 HRC	0,70
02 - 5,04% Nb	25,6 HRC	0,62	31,9 HRC	0,50	32,8 HRC	0,82
03 - 5,11% Nb	30,1 HRC	0,77	33,1 HRC	0,71	34,1 HRC	0,75
04 - 5,17% Nb	32,8 HRC	0,74	35,2 HRC	0,77	36,1 HRC	0,78

Fonte: O Autor, 2016

A partir do tratamento matemático dos resultados dos ensaios de dureza, foi desenvolvida a Tabela 5 que com base no teor de Nb da corrida a ser tratada, fornece o tempo de envelhecimento adequado para atendimento dos valores de dureza especificados pela Petrobrás [6].

Tabela 5 - Teor de Nb x Tempo de Envelhecimento

29 HRC		32 HRC		35 HRC	
Nb	Tempo [minuto]	Nb	Tempo [minuto]	Nb	Tempo [minuto]
4,87	(93)	4,87	(120)	4,87	(663)
4,88	(88)	4,88	(116)	4,88	(583)
4,89	(83)	4,89	(112)	4,89	(512)
4,90	(79)	4,90	(108)	4,90	(448)
4,91	(74)	4,91	(105)	4,91	(391)
4,92	(70)	4,92	(101)	4,92	(341)
4,93	(65)	4,93	(97)	4,93	(297)
4,94	61	4,94	(93)	4,94	(259)
4,95	57	4,95	(90)	4,95	(226)
4,96	53	4,96	86	4,96	(198)
4,97	50	4,97	82	4,97	(174)
4,98	46	4,98	78	4,98	(155)
4,99	42	4,99	75	4,99	(140)
5,00	39	5,00	71	5,00	(128)
5,01	36	5,01	67	5,01	(119)
5,02	33	5,02	63	5,02	(112)
5,03	30	5,03	60	5,03	(108)
5,04	27	5,04	56	5,04	(105)
5,05	24	5,05	52	5,05	(104)
5,06	22	5,06	49	5,06	(104)
5,07	20	5,07	46	5,07	(104)
5,08	17	5,08	41	5,08	(104)
5,09	15	5,09	38	5,09	(104)
5,10	12	5,10	34	5,10	(103)
5,11	11	5,11	30	5,11	(101)
5,12	9	5,12	26	5,12	(98)
5,13	7	5,13	23	5,13	(92)
5,14	6	5,14	20	5,14	(84)
5,15	5	5,15	17	5,15	74
5,16	5	5,16	14	5,16	60
5,17	(5)	5,17	11	5,17	43
5,18	(5)	5,18	8	5,18	22
5,19	(5)	5,19	(5)	5,19	(5)
5,20	(5)	5,20	(5)	5,20	(5)

valores entre parênteses são extrapolações e devem ser evitados

Fonte: O Autor, 2016

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros do ciclo de envelhecimento foram definidos com sucesso e puderam ser comprovados através do uso da Tabela 5 em uma contraprova de composição química diferente das quatro corridas utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

Curvas de envelhecimento foram traçadas evidenciando a relação direta entre o teor de Nb e os tempos de envelhecimento com a dureza da liga.

REFERÊNCIAS

[1] SANTOS, T. S. R. **Estudo dos efeitos do Hidrogênio nas propriedades mecânicas da liga 718 em diferentes condições de envelhecimento.** Dissertação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

[2] VOORT, V. G. F.; JAMES H.M. **Wrought heat-resistant Alloys. Metallography and Microstructures**, Vol. 9, 9 Edição, Metals Handbook, ASM International. Materials Park, p. 305-329, 1985.

[3] DONACHIE, M. J.; DONACHIE, S. J.,**Superalloys: A Technical Guide**, ASM International, Second Edition, USA, 2002.

[4] MEYERS, M. A. **Princípios de Metalurgia Mecânica**, Ed. Edgard Blucher, 1982.

[5] XIE, X. et al. **TTT Diagram of a newly developed nickel-base superalloy – Allvac 718 plus**, Superalloy 718, 625, 706 and Derivatives, E.A. Loria, TMS, pp. 193-202, 2005.

[6] PETROBRAS. **ET-3000.00-1500-29B-PMU-001 Rev. 0.** Fixadores de Ligas Resistentes a Corrosão para utilização em Umbilicais Submarinos., Rio de Janeiro: Petrobras, 2013.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO

DESIGN AERODINÂMICO DE PÁS DE TURBINAS EÓLICAS POR SOFTWARE CFD

Em projetos de aerodinâmica de turbinas eólicas é comum utilizar *softwares* CFD - (Dinâmica de Fluídos Computacionais) para simular o escoamento do fluído (e.g: ar) e encontrar os diferentes pontos de pressão, velocidade e de temperatura distribuídos sobre as superfícies da turbina. Este trabalho de pesquisa tem por objetivo analisar diferentes trabalhos de pesquisa sobre modelagens de pás de turbinas eólicas por meio de *softwares* CFD a fim de apresentar um resumo de quais técnicas, modelos matemáticos ou métodos numéricos foram aplicados no *software* CFD para o dimensionamento e projeto de aerodinâmica.

SOUSA, Fernando

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

O uso das *CFD* não garante resultados 100% realistas, pois partem normalmente de dados de entrada aproximados, o escoamento pode envolver fenômenos que ainda não são perfeitamente representados pelas atuais teorias cientificas (e.g: turbulência). Acredita-se ser relevante mais estudos da CFD quando aplicados nos design aerodinâmicos de pás de turbinas eólicas.

1.2 Objetivo

Este trabalho tem por objetivo analisar diferentes trabalhos de pesquisa sobre modelagens de pás de turbinas eólicas por meio de *softwares* CFD a fim de apresentar um resumo de quais técnicas, modelos matemáticos ou métodos numéricos foram aplicados no *software* CFD para o dimensionamento e projeto de aerodinâmica.

2 DINÂMICA DE FLUÍDOS COMPUTACIONAIS (CFD)

2.1 Introdução

A Dinâmica de Fluídos Computacionais (CFD) é uma área do conhecimento que trata de solução de problemas de dinâmica dos fluídos através de métodos numéricos e pode ser utilizada para predição de velocidade, pressão, temperatura e transferência de calor e massa em aplicações que envolvem aerodinâmicas, meteorologia, turbo-máquinas (e.g: turbinas eólicas) e motores. A CFD substitui as equações integrais ou em derivadas parciais em um sistema de equações algébricas tendo como incógnitas os valores da variável de escoamento em pontos nodais. As equações algébricas são resolvidas usando um computador.

O dimensionamento da aerodinâmica de uma turbina eólica (e.g: projeto das pás) assim como a análise do comportamento do vento em uma região, estudos necessários para implantação de um parque eólico, envolvem a CFD, que vem a ser uma excelente alternativa nos casos em que fazer medições em campo, envolvendo aquisições e tratamento de dados, demandariam tempo e custos adicionais.

As soluções de problemas que envolvem CFD podem ser simplificadas e obtidas por meio de *softwares* de simulação de fluídos. Um exemplo é o *software* ANSYS Fluent, que se trata de um *software* de simulação de fluídos com suporte a configurações por meio de ferramentas gráficas e simulações feitas em 3D. Neste *software* é possível determinar se o modelo de escoamento é laminar ou turbulento, compressível ou incompressível, se a viscosidade e condutividade térmica dependem das variáveis da pressão e temperatura, etc. O principal objetivo da simulação é que o computador forneça os valores numéricos das variáveis de escoamento (pressão, velocidade, temperatura) em cada pontos nodais da malha. Primeiramente, o problema de fenômeno real (observado na natureza) é representado em um nível de aproximação e modelo matemático. Em seguida é realizada a discretização do modelo matemático em malha e/ou equações. A precisão dos resultados de uma simulação por CFD é extremamente dependente das propriedades e qualidade da malha. A Figura 1 apresenta os passos aplicados para resolução de problemas de CFD.

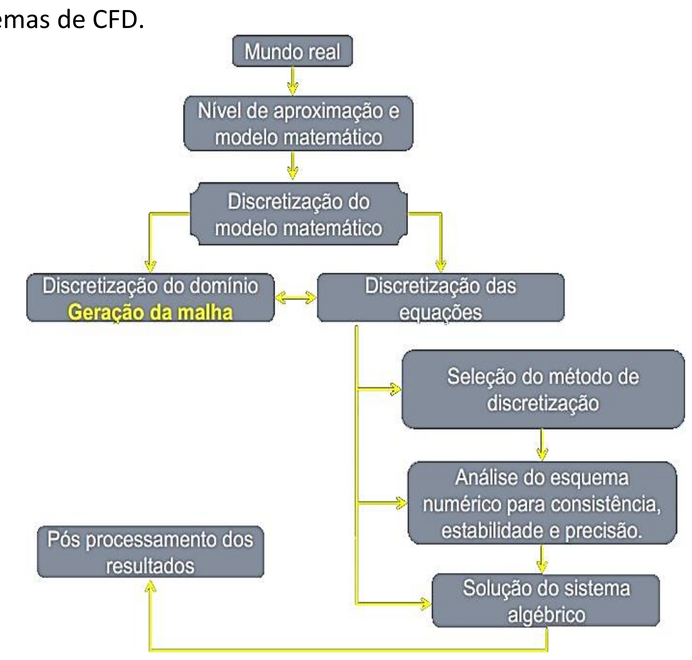


Figura 1 – Etapas para resolução de problemas de CFD.

3 ANÁLISE DE PROJETOS

3.1 Introdução

No trabalho de pesquisa [1], o autor realizou uma análise de uma turbina eólica Savonius (VAWTs) por meio de *software* CFD. Destaca-se como objetivo desta pesquisa obter a probabilidade da velocidade do vento e a potência eólica, realizando medições a cada 10 minutos em média da velocidade do vento, estimar a secção transversal do radar da turbina eólica Savonius e modelar uma turbina eólica Savonius sob condições de vento instáveis usando análise CFD. Para realizar as análises foram utilizados no desenvolvimento dos modelos CFD os *softwares* Comsol Multiphysics 4.3 e o ANSYS Fluent 15.0.

A princípio, os parâmetros que representam as condições instáveis de vento foram aplicados no modelo ANSYS Fluent. A velocidade do vento recebida foi definida como uma função seno e dois conjuntos de valores de frequência reduzida: 0.24, 0.27; e 0,95, 1,08. Verificou-se que, de forma semelhante às condições de vento constante, quando o rotor opera com a Taxa de Velocidade da Ponta (TSR) próximos do ótimo, o coeficiente de potência tende a aumentar. A diferença relativa entre os coeficientes de potência em condições de vento estáveis e instáveis passou a ser de até 17%.

Além das simulações apresentadas, foram feitas análises da aerodinâmica da turbina eólica Sovanius a fim de melhorar sua eficiência por meio do ANSYS Fluent. Para realizar este ensaio foram feitas, através dos modelos computacionais, modificações no dispositivo de elevação da turbina Savonius, garantindo um aumento da força de elevação das pás, conforme os resultados apresentados pelas análises das distribuições de pressão ao longo da superfície da pá.

Por meio dos *softwares* Comsol Multiphysics e ANSYS Fluent, foram feitos dois modelos computacionais da turbina, sendo o primeiro com diâmetro do rotor em 0,24 m e o segundo, com diâmetro de 1 m e escolhido o regime de turbulência k-ω SST (Transferência de Tensão de Cisalhamento). Para validar os modelos computacionais, foram feitos ensaios experimentais em campo e suas medições foram comparadas. Esta comparação mostrou concordância razoavelmente boa em ampla gama de TSR. Portanto, as verificações dos modelos computacionais podem contribuir para o conhecimento disponível sobre análise CFD.

No trabalho de pesquisa referenciado em [3], o autor faz uma análise de três diferentes métodos para melhorar a eficiência e a força das pás de uma turbina eólica. Na introdução do trabalho, o autor informa que, em uma turbina eólica, a pá é um componente muito importante, já que a extração de energia do vento depende principalmente da estrutura da pá. Como o vento é de natureza altamente variável e de baixa densidade de ar, para aumentar a eficiência energética da turbina eólica, passa a ser necessário o aumento das áreas de superfícies das pás.

Conforme o mesmo autor, existem vários métodos para projetar o perfil da pá de uma turbina eólica, dentre esses encontra-se o método de elementos finitos (FEM), os métodos de elementos de pá (BEM), e os CFD, sendo esse último utilizado para predição de aerodinâmica e características de carga da pá da turbina eólica.

O método FEM é usado principalmente para prever o comprimento da corda e a espessura da pá, além de fornecer informações sobre a carga do vento, forças de aerodinâmica e os momentos que atuam sobre a pá. Nesta teoria, a pá é dividida em diferentes elementos menores e cada elemento é analisado para o cálculo da carga do vento. Neste método, todo o corpo é dividido em muitos elementos pequenos e toda seção é analisada quanto ao estresse e as cargas que atuam sobre ele.

O método BEM é muito útil para descobrir as características da pá como o comprimento da corda, o ângulo de torção de uma determinada seção e a velocidade de rotação em número finito de locais ao longo da extensão da pá. Mas, o BEM não é inteiramente exato se os dados para as seções transversais do perfil aerodinâmico usadas não forem corrigidos para os aspectos rotativos. Na pesquisa [4], o autor apresenta um complexo processo multidisciplinar aplicado a projetos de pás de turbinas eólicas com o objetivo de obter um *design* de pá estruturalmente otimizado com uma distribuição ideal da espessura da pá e de potência máxima, sem comprometer seu desempenho aerodinâmico. Inicialmente foi escolhido o modelo de pás para turbina eólica SERI-8 [2] e aplicado o processo multidisciplinar aplicado para melhoria da aerodinâmica e desempenho. Para atingir os objetivos, o autor em questão utilizou o *software* CATIA, para o desenvolvimento do perfil aerodinâmica das pás da turbina eólica, e o *software* ANSYS Fluent para as análises CFD. Nas simulações de CFD foram escolhidos os modelos de turbulência k-*epsilon* e k-ω, SST e feitos estudos em 3-D da aerodinâmica e analise estrutural das pás.

Como resultado, o desempenho aerodinâmico do *design* da pá da turbina eólica proposta foi otimizado e melhorado em cerca de 4%, em comparação com o projeto de linha de base SERI-8. Além disso, foram observados no projeto proposto redução de 23,67% de massa, redução de custos de 27,25%, redução de deformação máxima de 19,98% e redução máxima de estresse de 12,35%.

Na pesquisa [1], o autor fez uma análise CFD do perfil aéreo da pá para turbina eólica HAWT NACA 0018 a uma velocidade de vento de 32 m/s. A modelagem da pá inicialmente foi desenvolvida no *software* SolidWorks e futuramente importada para o *software* ANSYS Fluent para realização de ensaios de CFD.

O modelo de turbulência escolhido pelo autor é o K-epsilon, por ser um dos modelos mais comum. Para o fluido de ar foi considerado sendo de gás ideal. O domínio foi considerado como estacionário, o modelo de transferência de calor foi definido como energia total e a pressão de saída igual a pressão atmosférica.

Por meio do *software* ANSYS Fluent foram obtidos, após processamento de geometrias, a temperatura, pressão, velocidade, torque e a potência aplicada sobre a superfície da pá em estudo. As velocidades da pá foram obtidas para os ângulos de 0°, 10°, 15° e 30° e a potência em watts foi calculada.

Para tornar o experimento ainda mais realista, foi montado um túnel de vento para análise da aerodinâmica da pá NACA 0018 (de tamanho reduzido). Após os ensaios experimentais no túnel de vento, os resultados foram comparados com os obtidos via ANSYS Fluent. Na conclusão da pesquisa, o autor destaca que o valor ótimo da pressão de contorno foi alcançado em um ângulo de pá 10 º para a velocidade do vento de 32 m/s. A Figura 4 apresenta o resultado do ensaio para o ângulo da pá em 10°.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi visto que há vários métodos para o design aerodinâmicos das pás e turbinas eólicas. Os softwares CFD são ferramentas para a análise aerodinâmica mais efetiva que estão sendo utilizados atualmente. Entretanto, alguns cuidados devem ser tomados ao aplicar a CFD pois, devem ser de conhecimento os fenômenos físicos envolvidos, adequados os modelos matemáticos e métodos numéricos aplicados.

REFERÊNCIAS

[1] CHANDRALA, Monir; CHOUBEY, Abhishek; GUPTA, Bharat. **CFDanalysis of horizontal axis wind turbine blade for optimum value of power**. International Journal Of Energy And Environment, v. 4, n. 5, p. 825-83, 2013.

[2] LOCKE, James; HIDALGO, Ivan Contreras. **The implementation of braided composite materials in the design of a bend-twist coupled blade**. Sandia National Laboratories, 2002.

[3] SINGH, Vipin Kumar; THOMAS, Tiju T.; WARUDKAR, Vilas. **Structural Design of a Wind Turbine Blade: A Review**. International Journal of ChemTech Research, v. 5, n. 5, p. 2443-2448, 2013.

[4] VASJALIYA, Naishadh G.; GANGADHARAN, Sathya N. **Aero-structural design optimization of composite wind turbine blade**. In: Proceedings of the 10th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimization Accessed July. 2013. p. 2014.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO
SENAI SÃO PAULO
Faculdade de Tecnologia SENAI "Antoine Skaf"

ESTUDO SOBRE CUSTOS NO TINGIMENTO DE ALGODÃO EFETUADO COM CORANTES À TINA E REATIVOS BIFUNCIONAIS

Este estudo comparou tingimentos efetuados com corantes à tina e corantes reativos bifuncionais em duas cores distintas sobre tecido de algodão. Foram analisados os custos ecológicos e de produção, as solidezes das cores à fricção, à água e ao suor. Os experimentos com corantes à tina apresentaram ligeira vantagem em termos de custos ecológicos e de produção, gerando menor consumo de energia e menor quantidade de dióxido de carbono desprendido na atmosfera do que os experimentos conduzidos com corantes reativos. Além disso, os corantes à tina apresentaram valores mais altos nos índices testados de solidez da cor.

FREIRE, Katia Vanuza Oliveira
QUADRADO, Gabriela Coltre de Souza
SILVA, Rebeca Soares
ROSA, Jorge Marcos

1. INTRODUÇÃO

O setor têxtil é responsável por grande parte da economia dos países desenvolvidos, como bem como a principal atividade econômica de alguns países em desenvolvimento [1]. Neste setor, todos os produtos são alvejados, tingidos, lavados ou estampados, necessitando de uma quantidade média de 75 litros de água para cada quilograma tratado [2]. Houve um aumento alarmante do consumo de água de aproximadamente 2,2 milhões de m^3 nos últimos três anos e, devido a escassez de água e os altos custos do tratamento, torna-se essencial a procura por métodos alternativos que permitam a reutilização do efluente, propiciando sustentabilidade nos vários processos de coloração [3].

Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar o desenvolvimento de duas cores em tecidos de algodão com duas classes distintas de corante. Por conta do evento 2018 FIFA World Cup, sempre há aumento no tingimento com duas das cores da Bandeira Brasileira, sendo a amarela (Pantone TC-120643) e a verde (Pantone TC-186024). Os tingimentos geralmente são realizados principalmente em tecidos ou em peças confeccionadas de algodão, principal fibra utilizada atualmente em confecções brasileiras. Os tingimentos efetuados com as duas classes de corantes foram investigados por meio de análise dos balanços energéticos, da solidez das cores obtidas e dos custos ecológicos envolvidos nos processos de tingimento.

1.1. Corantes reativos

São de relativa facilidade de aplicação, possuem boa resistência a tratamentos úmidos e seu uso e comercialização representam 57% de todos os corantes utilizados no Brasil [4,5]. Uma quantidade considerável de pesquisas tem sido conduzida sobre tratamento de efluentes oriundos de tingimentos com corantes reativos, devido aos altos níveis de corante residual, quantidade de água necessária para a lavagem e ineficácia das técnicas atuais de tratamento para remover a cor do efluente. Além disso, os tratamentos convencionais de efluentes, principalmente adsorção e biodegradação aeróbica, mostraram-se ineficientes para a completa eliminação de muitos corantes reativos. Esse tipo de corante também requer uma grande quantidade de água durante a lavagem para remoção do corante hidrolisado da superfície da fibra [6-8]. Os corantes reativos abordados neste estudo foram Yellow Reactive 145 (YR145), Reactive Red 195 (RR195), Reactive Blue 19 (RB19) e Reactive Blue 21 (RB21).

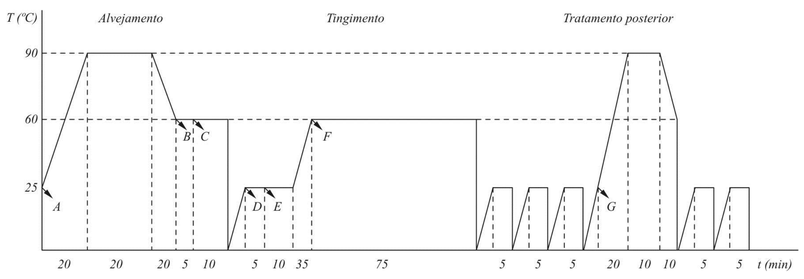
1.2. Corantes à tina

Os corantes à tina possuem uma gama de tonalidade muito mais opaca do que os corantes reativos, entretanto no tingimentos de fibras celulósicas proporcionam os melhores níveis de solidez da cor. A produção destes corantes no Brasil foi de aproximadamente 22% do total de 23.000 toneladas de todos os corantes produzidos pela Clariant em 2010 [9]. São insolúveis em água e o tingimento com esse tipo de corante baseia-se no princípio de conversão de grupos cetônicos em grupos do tipo enolato de sódio, por redução em meio alcalino. Esta forma é solúvel em água e tem uma alta substantividade para com a celulose. Após a adsorção, migração e difusão, os corantes estabelecem ligações de hidrogênio com a fibra. Depois do tingimento, o corante necessita de uma oxidação para regressar à forma original, adquirindo excelentes níveis de solidezes aos tratamentos úmidos [10,11]. Os corantes à tina abordados neste estudo foram Vat Yellow 33 (VY33), Vat Green 1 (VG1) e Vat Green 3 (VG3).

2. METODOLOGIA

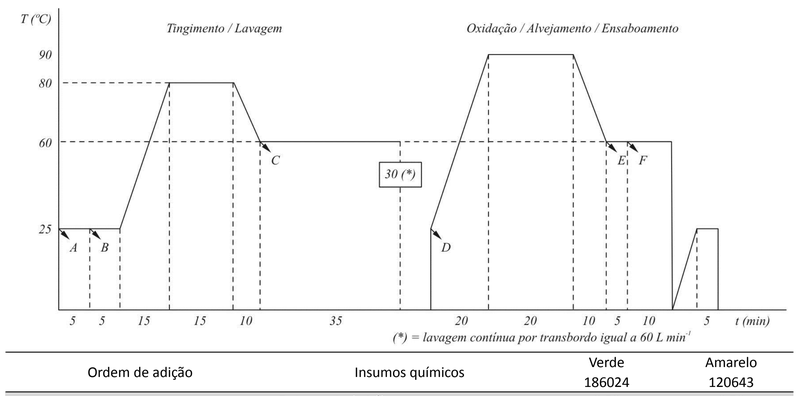
2.1. Tingimento

Os tingimentos foram realizados em equipamento de laboratório (Mathis HT Alt-1), utilizando-se uma relação de (RB) igual a 1:10, sendo 10 litros de água para cada quilograma de substrato. Os reagentes utilizados no alvejamento, tingimento e pós-tratamento foram peróxido de hidrogênio 50 % (H_2O_2), ácido sulfúrico 98 % (H_2SO_4), hidróxido de sódio 50 % (NaOH), ditionito de sódio 95% ($Na_2S_2O_2$), umectante, detergente não-iônico, dispersante não-iônico, enzima catalase e os corantes descritos anteriormente. Todos os ensaios foram efetuados em malha de algodão, fio cardado 30/1 Ne, gramatura de 120 g m^{-2} e os processos executados de acordo com os fornecedores dos corantes, representados graficamente nas Figuras 1 (reativos) e 2 (à tina).



Ordem de adição	Insumos químicos	Verde 186024	Amarelo 120643
	Detergente (g L^{-1})	1,00	1,00
	Dispersante (g L^{-1})	1,00	1,00
A	NaOH 50 ºBé (mL L^{-1})	2,00	2,00
	Na_2SiO_3 (g L^{-1})	0,50	0,50
	H_2O_2 50 % (g L^{-1})	2,00	2,00
B	H_2SO_4 (mL L^{-1})	0,14	0,14
C	Catalase (%)	0,50	0,50
D	NaCl (g L^{-1})	60,00	30,00
	RY145	1,10	1,00
E	RB19	0,80	-
	RB21	1,50	-
F	Na_2CO_3 (g L^{-1})	15,00	10,00
G	Dispersante (g L^{-1})	1,00	1,00

Figura 1 – Processo e formulações para o de tingimento com corantes reativos.



Ordem de adição	Insumos químicos	Verde 186024	Amarelo 120643
A	Detergente (g L^{-1})	0,50	0,50
	NaOH 50 ºBé (mL L^{-1})	12,00	8,00
B	VY 33 (%)	0,66	0,90
	VG1 (%)	0,66	-
	VG3 (%)	0,66	-
C	$Na_2S_2O_4$ (g L^{-1})	6,00	4,00
D	Detergente (g L^{-1})	1,00	1,00
	Dispersante (g L^{-1})	1,00	1,00
	Na_2SiO_3 (g L^{-1})	0,50	0,50
	H_2O_2 50 % (g L^{-1})	2,00	2,00
E	H_2SO_4 (mL L^{-1})	0,14	0,14
F	Catalase (%)	0,50	0,50

Figura 2 – Processo e formulações para o de tingimento com corantes à tina.

Os desvios parciais entre as cores estudadas (Δa^*, Δb^* e ΔL^*) foram obtidos por espectrofotometria, Sistema CIELab, sob iluminante D_{65}, 10º, calculando-se a distância Euclidiana entre as cores (ΔE^*), conhecida também por Desvio Total, através da Equação 1.

$$\Delta E^* = [(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2]^{0,5} \quad \text{(Eq. 1)}$$

Onde: Δa^* = desvio no eixo verde/vermelho; Δb^* = desvio no eixo amarelo/azul; ΔL^* = desvio no eixo da Luminosidade; sendo todos os eixos avaliados no Sistema CIELab.

2.2. Custos ecológicos

Para determinar o consumo teórico de energia elétrica para cada quilograma de substrato em equipamento Jet HT (Riviera Eco, capacidade de 50 kg e potencia instalada de 7,4 kWh), calculou-se o tempo dos processos de tingimento e aplicou-se a Equação 2.

$$Q_1 = kWh \cdot t \cdot 1{,}20 \cdot 10^3 \quad \text{(Eq. 2)}$$

Onde: Q_1 = J kg^{-1}; t = minutos; kWh = potência instalada do equipamento de tingimento.

Adotou-se massa específica da água igual a 1,0 g cm^{-3} para determinar o consumo de energia térmica para cada quilograma de substrato beneficiado, aplicando-se a Equação 3.

$$Q_2 = \Delta T \cdot CpH_2O \cdot mH_2O \cdot 10^{-3} \quad \text{(Eq. 3)}$$

Onde: Q_2 = J kg^{-1}; T = temperatura em Kelvin; Cp = calor específico da água em J kg^{-1} K^{-1}; m = massa da água em gramas.

De acordo com o fornecedor Companhia de Gás de São Paulo (Comgás), o gás combustível usado para obtenção da energia térmica no gerado de vapor instalado no CFP 1.07 possui composição, em volume, de 89,0% de metano, 6,0% de etano e 1,8% de propano. Com base nos valores de Poder Calorífico Inferior (PCI) descritos por José [12] como sendo 3,70·10^7 J m^{-3} para o metano; 7,00·10^7 J m^{-3} para o etano e 9,23·10^7 J m^{-3} para o propano, adotou-se o PCI médio do combustível utilizado como sendo 4,20·10^7 J m^{-3}. Para o cálculo do volume de gás necessário para o aquecimento da água necessária para o beneficiamento de um quilograma de substrato, utilizou-se a Equação 4.

$$V = (\Delta T \cdot CpH_2O \cdot mH_2O \cdot 10^{-3}) \cdot (4{,}20 \cdot 10^7 \cdot E_{GV})^{-1} \quad \text{(Eq. 4)}$$

Onde: V = m^3 kg^{-1}; E_{GV} = eficiência do gerador de vapor (Etna GHV-2000 com capacidade de produção de vapor igual a 5,56 · 10^{-1} kg s^{-1}, Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA) igual a 1,0 MPa e operando com rendimento de 85%).

Para o cálculo da emissão de massa de CO_2 desprendida durante o fornecimento de energia térmica para os processos de coloração, adotando-se a lei dos gases ideais e sob condições padrões de temperatura e pressão, utilizou-se a Equação 5.

$$mC_2O = (P \cdot V \cdot 4{,}40 \cdot 10^{-2} \cdot FC) \cdot (R \cdot T)^{-1} \quad \text{(Eq. 5)}$$

Onde: mCO_2 = massa em kg; P = 101,3 kPa; R = 8,314 · 10^3 m^3 kPa mol^{-1} K^{-1}; V = valor obtido na Equação 4 ; T = 273,15 K; FC = fator de carbono na mistura = 1,10.

Os ensaios das propriedades de solidez das cores à água, à fricção e ao suor, foram executados de acordo com as Normas ABNT NBR ISO 105-E01 [13], NBR ISO 105-X16 [14] e NBR ISO 105-E04 [15], respectivamente. As avaliações de alteração (A) e transferência (T) foram efetuadas por espectrofotometria, sob iluminante D_{65}, 10º (Konica-Minolta CM 3600d). As amostras foram acondicionadas por 24 h em atmosfera padrão, em temperatura de 20 ± 2 ºC e umidade relativa de 65 ± 2 % [16].

3. RESULTADOS

3.1. Cores

Os resultados referentes às cores obtidas nos processos de tingimento estão descritos na Tabela 1, sendo os desvios Δa^*; Δb^*; ΔL^* e o ΔE^* em espaço CIELab e entre o ponto representando a cor da amostra e a cor padrão (Pantone).

Tabela 1 – Valores de desvios parciais e totais entre as cores desenvolvidas e o padrão.

Eixo	Cor	Pantone (Padrão)	Corantes Reativos	Corantes à tina	Desvios parciais (*versus* padrão) Corantes Reativos	Desvios parciais (*versus* padrão) Corantes à tina	Desvio Total (*versus* padrão) Corantes Reativos	Desvio Total (*versus* padrão) Corantes à tina
*a**	Verde em 530 nm	186024	-24,58	-24,92	-24,34	0,34	-0,24	
*b**			9,32	10,11	9,95	-0,79	-0,63	**0,94**	**0,70**
*L**			43,89	43,50	44,08	0,39	-0,19	
*a**	Amarelo em 560 nm	120643	-4,88	-4,73	-4,67	-0,15	-0,21	
*b**			65,58	65,56	64,30	0,02	1,28	**1,57**	**1,30**
*L**			85,32	86,88	85,43	-1,56	-0,11	

Observa-se que, os valores de ΔE^* entre as cores desenvolvidas com as duas classes de corantes em relação ao padrão ficaram abaixo de 1,6 pontos, valor aceitável dentro dos padrões praticados na indústria brasileira de confecção [17].

3.2. Custos de produção

Os custos de produção com insumos para a execução dos tingimentos com as duas classes de corantes estão demonstrados na Tabela 2, a seguir

Tabela 2 – Consumo de insumos por quilograma de substrato beneficiado.

Insumos químicos	Preço (US$)	Unidade	Verde Reativo		Verde Tina		Amarelo Reativo		Amarelo Tina	
NaOH 50 ºBé (L)	2,29	mL L^{-1}	2,00	0,05	12,00	0,27	2,00	0,05	8,00	0,18
H_2O_2 50 % (L)	2,26		2,00	0,05	2,00	0,05	2,00	0,05	2,00	0,05
H_2SO_4 98 % (L)	7,35		0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01	0,14	0,01
Detergente (kg)	4,14	g L^{-1}	1,00	0,04	2,00	0,08	1,00	0,04	2,00	0,08
Dispersante (kg)	4,27		1,00	0,04	1,00	0,04	1,00	0,04	1,00	0,04
Na_2SiO_3 (kg)	2,55		0,50	0,01	0,50	0,01	0,50	0,01	0,50	0,01
$Na_2S_2O_4$ (kg)	6,10		-	-	6,00	0,37	-	-	4,00	0,24
NaCl (kg)	0,65		60,00	0,39	-	-	30,00	0,20	-	-
Na_2CO_3 (kg)	2,13		15,00	0,32	-	-	10,00	0,21	-	-
Catalase (kg)	12,91	%	0,50	0,06	0,50	0,06	0,50	0,06	0,50	0,06
RY145 (kg)	13,58		1,10	0,15	-	-	1,10	0,15	-6,12	-
RB19 (kg)	37,50		0,80	0,30	-	-	-	-	-	-
RB21 (kg)	10,95		1,50	0,16	-	-	-	-	-	-
VY 33 (kg)	79,57		-	-	0,66	0,53	-	-	1,00	0,80
VG1 (kg)	94,90		-	-	0,66	0,63	-	-	-	-
VG3 (kg)	80,98		-	-	0,66	0,53	-	-	-	-
Água (m^3)	0,97	L	80	0,08	30	0,03	80	0,08	30	0,03
Mao de obra (min)	0,84	min	265	4,45	185	3,11	265	4,45	185	3,11
Total (em US$*/kg de substrato)			**6,12**		**5,72**		**5,35**		**4,62**	

OBS: RB = 1:10; equipamento de capacidade de tingimento igual a 50 kg; dólar em 13/06/2018

Apesar de possuir preço por quilograma três vezes maior, em média, de corante comercializado, os corantes à tina levam ligeira vantagem contra os corantes diretos, quando levado em consideração a mão-de-obra despendida durante o tempo de processo, além do consumo de água. Na cor Verde, o tingimento efetuado com corantes à tina teve um custo/kg de produção na ordem de US$ 0,40 a menos do que o tingimento efetuado com corantes reativos e, na cor Amarela, a diferença ficou em US$ 0,73 a menos, demonstrando vantagem dos corantes à tina mais uma vez.

3.2. Custos ecológicos

Os resultados dos balanços de energia elétrica e térmica, volume gasto de gás combustível e emissão de CO_2 estão demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Custos ecológicos por quilograma de substrato beneficiado.

Gasto/ kg	Reativo	À tina	Δ
Energia elétrica (J)	2,35·10^6	1,36·10^6	**7,28·10^6**
Energia térmica (J)	6,90·10^2	5,02·10^2	**1,88·10^2**
Gás combustível (m^3)	1,33·10^{-2}	9,77·10^{-3}	**3,53·10^{-3}**
Energia Térmica (kg)	2,15·10^{-2}	1,57·10^{-3}	**1,99·10^{-2}**

Os tingimentos efetuados com corantes à tina apresentaram valores mais baixos de custos ecológicos do que os tingimentos efetuados com corantes reativos. A diferença no consumo de energia foi de 7,28 · 10^6 J e de 1,88 · 10^2 J a menos, elétrica e térmica respectivamente. O consumo do gás combustível foi inferior a 3,53 · 10^{-3} m3 e, como esperado, a emissão de dióxido de carbono também foi menor em 1,99 · 10^{-2} kg. Além disso, o consumo de água no tingimento com os corantes à tina foi de 30 litros por quilograma contra 80 litros por quilograma necessários para o tingimento com os corantes reativos, perfazendo uma economia de 37% no consumo de água.

3.2. Solidez das cores

Os resultados dos ensaios de solidezes efetuados estão demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Custos ecológicos por quilograma de substrato beneficiado.

Solidez da cor			Reativo A	Reativo T	À tina A	À tina T
Verde	Água		4	3	4/5	4/5
	Suor	Ácido	3/4	3	4	4
		Alcalino	4	3	4	4/5
	Fricção	Seco	-	5		5
		Úmido	-	4/5		4/5
Amarelo	Água		3	3/4	4	4/5
	Suor	Ácido	4/5	4	4	4/5
		Alcalino	4	3/4	4	4/5
	Fricção	Seco	-	5	-	5
		Úmido	-	5	-	5

Nos ensaios de solidez da cor, os corantes à tina levam ligeira vantagem sobre os corantes reativos. Como descrito anteriormente, o fato dos corantes à tina serem insolúveis em água em sua forma original é uma de suas principais vantagens quando se trata de índices de solidezes aos tratamentos úmidos. Devido a isso, as propriedades de resistência à umidade são maiores do que as de outras classes de corantes utilizadas no tingimento de fibras de algodão.

4. CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que, para a obtenção de duas cores efetuadas em tecidos de algodão com duas classes distintas de corantes, é importante a análise do processo, e seus resultados, como um todo. Apesar de possuírem preço/kg quase três vezes mais alto do que os corantes reativos, os corante à tina causam menor impacto ecológico. A energia elétrica despendida durante o processo de tingimento foi 25% menor, a energia térmica e o consumo de água foram 35% menores e os índices de solidezes apresentaram maiores valores nos quesitos analisados. Além disso, os custos de produção foram menores para as duas cores desenvolvidas.

No entanto, os tingimentos efetuados com corantes à tina necessitam de um acompanhamento mais rigoroso do que os tingimentos efetuados com corantes reativos, principalmente devido ao maior número de variáveis de controles necessárias em seus processos [18].

O uso final do produto é um fator decisivo assim como a necessidade do cliente a respeito das propriedades ideais para este produto. É importante ressaltar que muitos estudos devem ser efetuados antes da tomada de decisão a respeito dos produtos e do processo a serem aplicados. A variedade nas classes de corantes para a indústria têxtil é imensa e, sendo assim, estudos preliminares são extremamente importantes para obterem-se os melhores resultados.

Referências

[1] IGNACHEWSKI, F.; FUJIWARA, S. T.; COTICA, L. F.: Degradation of reactive dyes by photo-fenton process involving the use of molecular sieve 4A modified with Fe^{3+}. ***Quimica Nova*** *338, pp. 1640–1645, 2010.*

[2] TRINDADE, N. B.: Tingimento com pigmento natural: um estudo empírico para redução do consumo de água utilizando máquina de lavanderia em peças confeccionadas com matéria prima 100% algodão. **Dissertação**. Escola de Artes, Ciências e Humanidades, EACH-USP, São Paulo, Brasil, 2016.

[3] RIERA-TORRES, M.; GUTIERREZ-BOUZAN, M. C.; MORELL, J. V.: Influence of electrochemical pre-treatment in dyeing wastewater reuse for five reactive dyes. ***Textile Research Journal*** *81, pp. 1926–1939, 2011.*

[4] SALEM, V.: **Tingimento têxtil: Fibras, conceitos e tecnologias**. Ed. Blucher, Sao Paulo, pp.151–174, 2010.

[5] ROSA, J. M.; FILETI, A. M. F.; TAMBOURGI, E. B.; SANTANA, J. C. C.: Dyeing of cotton with reactive dyestuffs: the continuous reuse of textile wastewater effluent treated by Ultraviolet/Hydrogen peroxide homogeneous photocatalysis. ***Journal of Cleaner Production*** *90, pp. 60-65, 2015.*

[6] AL-DEGS, Y. S., EL-BARGHOUTHI, M. I., EL-SHEIKH, A. H.: Effect of solution pH, ionic strength, and temperature on adsorption behavior of reactive dyes on activated carbon. ***Dyes and Pigments*** *77, pp. 16-23, 2008.*

[7] OLIVEIRA, P. A.; ROSA, J. M.; SILVEIRA, E.; LEVY, S. M.; SOUZA, R. S.; TAMBOURGI, E. B.; SANTANA, J. C. C.: Aplicação de planejamento fatorial no estudo da biodegradação do reactive black 5. **Química Têxtil** 97, pp. 48-54, 2009.

[8] BELESSI, V.; ROMANOS, G.; BOUKOS, N.: Removal of Reactive Red 195 from aqueous solutions by adsorption on the surface of TiO_2 nanoparticles. ***Journal of Hazard Materials*** *170, pp. 836-844, 2009.*

[9] ROSA, J. M.: Efluentes no beneficiamento têxtil: reutilização do efluente tratado via fotocatálise homogênea UV/H_2O_2 no tingimento de tecidos 100% algodão. **Tese**. Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

[10] ZOLLINGER, Z.: ***Color chemistry: Syntheses, properties and applications on organic dyes and pigments****, 2nd Edition, New York: VCH Publishers, 496 p., 1991.*

[11] SHORE, J. (Ed.): ***Colorants and auxiliaries: Vol.1: Colorants****. UK: Society of Dyers and Colourists, 2nd Edition, Manchester, pp.356–443, 2002.*

[12] JOSÉ H. J.: **Combustão e combustíveis**. Departamento de Engenharia Química e de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2004.

[13] **ABNT NBR ISO 105-E01:2011**. Ensaios de solidez da cor. Parte E01: Solidez à água.

[14] **ABNT NBR ISO 105-E04:2009**. Ensaios de solidez da cor. Parte E04: Solidez ao suor.

[15] **ABNT NBR ISO 105-X16:2009**. Ensaios de solidez da cor. Parte X16: Solidez à fricção.

[16] GUN, A. D.; TIBER, B.: Color, colorfastness, and abrasion properties of 50/50 bamboo/cotton blended plain knitted fabrics in three different stitch lengths. ***Textile Research Journal*** *81, pp. 1903–1915, 2011.*

[17] ROSA, J. M.; TAMBOURGI, E. B.; SANTANA, J. C. C.; ARAUJO, M. C.; MING, W. C.; TRINDADE, N. B.: Development of colors with sustainability: a comparative study between dyeing of cotton with reactive and vat dyestuffs. ***Textile Research Journal****, Vol. 84(10), p.1009–1017, 2014.*

[18] ROSA, J. M.: Reativo ou tina? Vantagens e desvantagens no tingimento de fios de algodão 100% acondicionados em bobinas cruzadas. ***Química Têxtil*** *93, pp. 12-28, 2008.*

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO
SENAI SÃO PAULO
Faculdade SENAI de Tecnologia Gráfica

GESTÃO DE PESSOAS E A ERA DA INDÚSTRIA 4.0

Em plena era da chamada indústria 4.0, o presente artigo visa, por meio de um breve resgate histórico e conceitual, desencadear a reflexão acerca de como as transformações nas condições de trabalho e de emprego, desde os tempos mais remotos, obrigaram o homem a se reinventar enquanto profissional. A pesquisa enfatiza ainda, como essas transformações impactaram as mais diferentes esferas da sociedade, tais como a família, a economia, a política, entre outras. Por fim, alinhada aos objetivos organizacionais, como responsável e facilitadora do desenvolvimento do capital humano nas organizações, a pesquisa busca suscitar reflexão acerca do papel da gestão de pessoas.

FERNANDES RIBEIRO, Gisele de Lima

1 INTRODUÇÃO

Muito se tem falado sobre a indústria 4.0 e seus impactos nos mais diversos setores da sociedade. O conceito da conectividade no ambiente empresarial, que permite interação e troca de informações entre as próprias máquinas, possibilita tomada de decisões que otimizem os processos, visa redução de custos, melhoria da qualidade e atendimento às mais diversas demandas, está cada vez mais presente nas discussões acerca da gestão empresarial. Mas diante de tamanha revolução nas operações, algumas questões emergem: Quem são os profissionais da indústria 4.0? Como o gerenciamento de pessoas contribuirá com as novas organizações? E, como preparará o profissional para esse futuro, nada distante?

2 DO ARTESÃO AO OPERÁRIO

O futurólogo Alvin Toffler (2014) afirma que as mudanças pelas quais a sociedade passa conduz a transformações nos mais diferentes sistemas e subsistemas da sociedade.

Na Era Agrícola a principal fonte de riqueza do homem era a terra. Com sistema de trabalho predominante artesanal, quem detinha o conhecimento era o patriarca da família. E, se conhecimento é poder, a mais importante posição familiar era a do patriarca, que era senhor absoluto do lar e plenamente respeitado. Seu conhecimento era transmitido de pai para filho, nas grandes e numerosas famílias.

Com a Revolução Industrial a manufatura industrial e o comércio de bens passam a ser a fonte de riqueza da sociedade, ocupando a posição da terra. E se a riqueza não estava mais nos campos, mas nas cidades, é para lá, para os centros urbanos que a família se transferia. A segunda onda exige mais mobilidade, requerendo um modelo familiar mais compacto. A autoridade patriarcal começa a ruir, uma vez que não é mais o pai o detentor do conhecimento e senhor absoluto do lar. O conhecimento, que estava na família, é transferido para a empresa moderna – industrial e comercial, que passa a ser o centro do saber.

O homem que na primeira onda trabalhava no ambiente familiar em um ofício sobre o qual tinha domínio de cada etapa, passa a atuar na fábrica, distante do lar, e em atividades, na maioria das vezes, sem significado, uma vez que executava apenas uma pequena parte do todo. Na segunda onda, o homem era apenas mais uma das peças de engrenagem das grandiosas fábricas.

3. A ERA DO CONHECIMENTO

A globalização das economias, a criação de zonas de comércio livre e blocos econômicos, diminuem as fronteiras e aumentam a concorrência. Para manterem-se competitivas, não basta às organizações apenas a produção em massa. É preciso inovar, fazer melhor do que os concorrentes, é preciso ter conhecimento.

É o conhecimento que permitirá criar métodos de produção muito mais eficientes, quer na fábrica, quer no campo. Por meio do conhecimento, o homem pode, diferente das Eras anteriores, acender na escala social, até então estratificada.

Além da maleabilidade econômica, a terceira onda traz também a maleabilidade social. A instituição familiar passa a ter formatos distintos, nas quais há fusão dos papéis e de valores sociais. Surgem movimentos em defesa da diversidade, da igualdade e especialmente do individualismo, tornando o indivíduo o centro de tudo (TOFFLER, 2014).

Já com relação específica ao trabalho, a criação da aldeia global, cercada de informação e conhecimento disponível a todos e competitividade cada vez mais acirrada, faz com que as organizações necessitem se reinventar. Prahalad e Hamel (1990) ao difundirem o conceito de *core competence*, ou competências essenciais, são categóricos ao afirmar que uma organização só se manterá competitiva, caso seja capaz de se diferenciar de seus concorrentes.

Para os autores, "a tarefa crítica para a gestão é criar uma organização capaz de infundir produtos com funcionalidades irresistíveis ou, melhor ainda, criar produtos que os clientes precisam, mas ainda nem sequer imaginam" (PRAHALAD e HAMEL, 1990, s.p.) E como fazer isso? Não há outra forma se não a de investir no capital humano, que provê à organização elementos para constituição de seu capital intelectual.

4 PARADOXO DA GESTÃO DE PESSOAS

A despeito da valorização do capital humano nas organizações, da percepção e das mensagens eloquentes em que o homem é a melhor fonte do conhecimento da empresa: vivemos um paradoxo. O que de fato realmente acontece nas organizações, como bem colocam Prahalad e Hamel, é que se por um lado o discurso "é que os funcionários são o patrimônio mais valioso da empresa; o que eles (os funcionários) percebem é que são o patrimônio mais descartável" (2005, pp. 11-12).

Ainda nas palavras dos autores

... os funcionários têm dificuldade em se conformar com todo discurso sobre a importância do Capital Humano acompanhado de cortes aparentemente indiscriminados. Com muita frequência, têm de enfrentar a opção perder ou perder: Se não for mais eficiente, você perderá seu emprego. E, por falar nisso, se for realmente mais eficiente, você perderá seu emprego. (2005, pp. 11-12).

Ainda em meados da década de 1990, autores como Bridges (1995) e Rifkin (1995) já anunciavam a mal fadada situação do homem em relação à organização.

Para os autores, na época, já estava evidente que o processamento de dados, o avanço das telecomunicações, a internet, a automação, tornariam atividades, até então, realizadas pelo homem, passíveis de serem realizadas por máquinas, reduzindo custos e aumentando a produtividade. Anunciavam, então, em 1995, o declínio dos postos de trabalho.

Nesse sentido, tal como sugeriam no título de seus respectivos livros, Bridges, em *Um mundo sem empregos*, e Rifkin, em *O fim dos empregos*, o mundo que estava por vir seria o de cada vez menos ofertaria postos de trabalho. Vale ressaltar, entretanto, que menos postos de trabalho não significava na época, e não significa agora, extinção do emprego, mas sim um número cada vez mais escasso de oportunidades de emprego.

E a previsão tem se confirmado. Com profissões sendo extintas e novas profissões sendo criadas, o futuro passa a exigir muito mais dos profissionais de hoje. Ou seja, mais uma vez a relação homem-trabalho é alterada. Na atual relação, o profissional deve agregar valor à organização, mantendo-a competitiva. Deve buscar constante qualificação e desenvolvimento, além de gerenciar sua carreira como um empreendedor.

A fim de atender às exigências da atual relação homem-trabalho vive-se na chamada Era Multitarefa com demandas intermináveis e sobrepostas. Com tudo isso, mais uma vez, as relações familiares e sociais são impactadas, bem como a economia e a política.

Parafraseando Prahalad e Hamel (2005), quando afirmam que as empresas deveriam não apenas se preocupar com a análise detalhada de seus custos, mas também com o valor percebido pelos clientes, vale acrescentar que precisam também se preocupar em potencializar seu principal ativo, o indivíduo na organização.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do ponto de vista da Gestão de Pessoas, o homem, ao longo do tempo, deixou de ser visto como apêndice da máquina e gerador de custos, para ser visto como componente do capital intelectual da organização.

Entretanto é inegável que, por mais consciência que as organizações possam ter acerca da importância do capital humano, de entendê-lo como seu diferencial e fator decisivo para obtenção de melhor resultado econômico muitas vezes, as ações se mostram contrárias.

Como gestor é importante considerar, ainda que a indústria 4.0 revolucione os diversos setores da sociedade, sabe-se hoje que o homem não é apêndice da máquina, como já dito aqui - e em tantos outros lugares -, mas podemos afirmar que a máquina é sim apêndice do homem, produto de seu conhecimento.

Portanto é importante considerar não apenas o discurso, mas as ações e, especialmente a crença, seja a de que, como bem coloca Stewart (1998), o conhecimento da organização advém do capital humano, e é esse que proverá condições para o desenvolvimento das competências organizacionais e, consequentemente, das competências essenciais. Ou seja, é esse o conhecimento que permitirá a organização criar vantagem competitiva inovadora, difícil de ser imitada, que atenda aos anseios dos clientes e que seja capaz de expandir para novos mercados, tal como descrevem Prahalad e Hamel (1990), ao definirem a organização que possui competências essenciais.

REFERÊNCIAS

BRIDGES, William. **Um mundo sem empregos**. JobShift. São Paulo: Makron Books, 1995

PRAHALAD, C. K. e HAMEL, G. (1990). **The core competence of de corporation.** Harvard Business Review. May-Jun 1990

_____.(2005). **Competindo pelo futuro**: estratégias inovadoras para obter o controle do seu setor e criar os mercados de amanhã. Traduzido por Outras Palavras. Rio de Janeiro: Elsevier.

RIFKIN, Jeremy. **O fim dos empregos.** São Paulo: Makron Books, 1995

STEWART, Thomas A. (1998). **Capital Intelectual**: a nova vantagem competitiva das empresas. 11º edição. Rio de Janeiro: Campus.

TOFFLER, Alvin. (2014). **A Terceira Onda**. 32º ed. Rio de Janeiro: Record, publicação original 1980

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO

IMPLANTAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE PEQUENO PORTE

Resumo do trabalho – Este trabalho teve como objetivo a implantação de um departamento de manutenção em uma indústria de pequeno médio porte, a fim de aumentar a segurança, diminuir custo e de reduzir o índice de falhas e acidentes. Foram aplicadas as normas técnicas NR10 e NR12, visando ao controle e ao histórico de falhas.

FONTES, Kássia
ASSIS, Renato
DAMACENO, René
LOPES, Vinicio Almeida

Faculdade de Tecnologia SENAI "Roberto Simonesen"
LUIZ, Nelis Evangelista
YAMAMOTO, Erick Toshio
CIUCCIO, Ricardo Luiz
LEITE, Gilmar

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

A Ibram Ind. Bras. de Máquinas Ltda. iniciou suas atividades em 1976. Na época, localizada no Parque São Lucas, na cidade de São Paulo. A partir de 1984, passou a operar no Parque Industrial São Lourenço, no Bairro de São Mateus, também em São Paulo. O parque fabril da Ibram é basicamente composto de máquinas automáticas (CNC), usinagem das peças, enrolamento de bobinas, entre outros. É uma empresa que fabrica motores elétricos, ventiladores sirocos, ventiladores centrífugos, compressores radiais e moto redutores. Apesar de ser uma empresa antiga, esta ainda não possuía um departamento específico para a manutenção de seus maquinários.

1.2 Objetivo

Sabendo da importância do departamento de manutenção para diminuir o índice de falhas, verificou-se a necessidade da implantação deste departamento na Ibram. A implantação do departamento de manutenção ocorreu de acordo com as normas técnicas vigentes (NR10 e NR12), utilizando-se de ferramentas da qualidade e de recursos humanos, tais como: mecânicos, eletricistas e gestor. O departamento de manutenção tem papel muito importante dentro da estrutura organizacional da empresa, manter equipamentos ativos em condições de uso e de segurança demanda tempo, planejamento, técnica e compromisso. (PRADO,2008)

2 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

Para realizar esse trabalho é necessário ter uma noção teórica de, Planejamento e Controle da Manutenção; Ferramentas da Quallidade; Metodologia 5W2H; Brainstorming (''Chuva de ideias''); Normas técnicas; Tipos de Manutenção e *Tagueamento*. Isso foi muito importante para o sucesso da implantação.

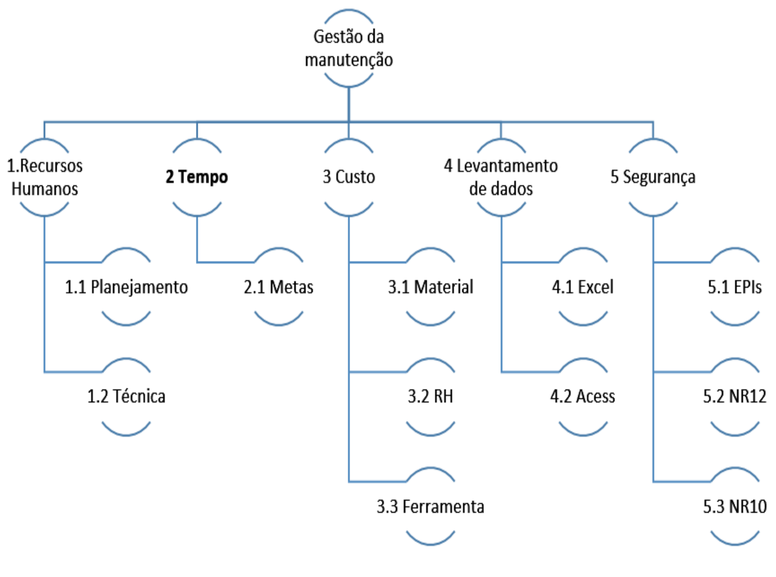
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Subseções

A metodologia desse material está baseada em ajudar nas tomadas de decisões na implantação do setor de manutenção por meio de planos de gestão, planilhas, gráficos, indicadores e auxílios à regulamentação de máquinas e de equipamentos de acordo com as normas técnicas vigentes.

No processo de implantação foi organizada Estrutura Analítica de Projeto (EAP), com ela foi possível perceber qual é a meta principal da Gestão da Manutenção e as metas intermediárias como, por exemplo, levantamento de dados (figura 1).

Figura 1 – EAP



Fonte: Próprios autores.

Foi realizada a coleta de dados para definir as necessidades da empresa (item 4 da Figura 1) para definir as metas e fazer o controle por meio de um sistema (item 4.1 e 4.2 da Figura 1). Graças a EAP foi elaborada uma matriz de responsabilidades na qual foram definidos cargos e atividades para cada função (PRADO, 2008), isso é crucial para o desenvolvimento do projeto, pois foram definidas previamente as responsabilidades.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 NR 12

Na IBRAM, muitas máquinas necessitam se adequar à NR 12, mas, devido ao tempo, foram selecionadas três máquinas críticas. Vale ressaltar que não há histórico de acidentes em nenhum equipamento dentro da empresa, a norma está sendo aplicada para prevenir acidentes.

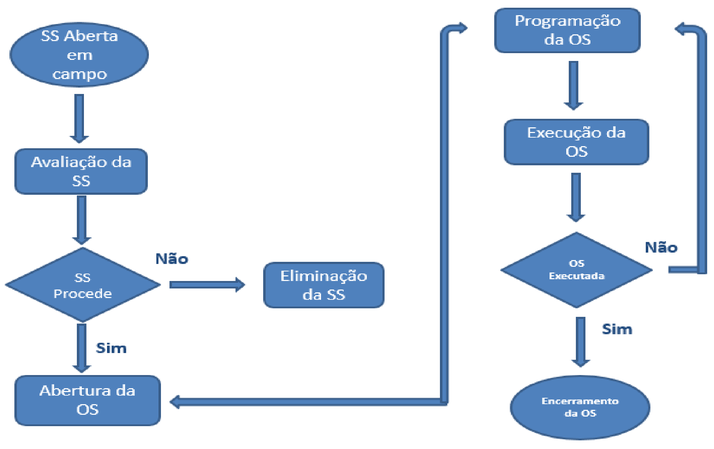
A equipe que selecionou as três máquinas era composta por: um engenheiro de segurança de trabalho, alunos do SENAI e gestores da empresa. Foi levado em consideração que apresentam maior risco de acidente e menor custo

Antes de fazer a adequação à norma, foram feitos orçamentos em três fornecedores diferentes, o intuito era comparar o valor com uma máquina nova, assim era possível ver se era melhor comprar uma nova ou fazer adequação. No final, ficou mais econômico fazer adequação. A mão de obra usada foi da própria equipe de manutenção e funcionários de outros setores. A adequação foi realizada em duas máquinas de lavar peças e uma prensa hidráulica.

4.2 Ordens de serviços

A princípio, é aberta uma solicitação de serviço pelo responsável de cada setor, depois é realizada uma avaliação para ver se ela procede; se assim for, é aberta uma OS (Ordem de Serviço); caso não faça sentido, ela é eliminada.
Quando aberta a OS, é realizada uma programação para execução do serviço; após executada, realiza-se o encerramento da Ordem de Serviço.

Fluxograma OS



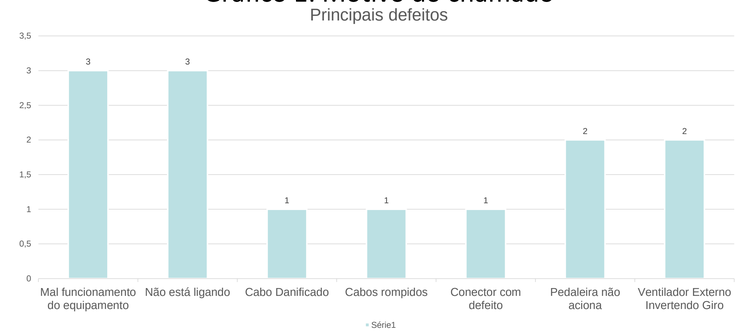
Fonte: Próprios autores.

A gestão de equipamento e ativos é feita por meio de planilhas em Excel, nelas foram cadastrados todos os equipamentos cada um com sua respectiva TAG (etiqueta de identificação). Por meio de planilhas de controle é possível identificar as principais falhas, os principais tipos de manutenção, e qual é o tempo médio de reparo e a criticidade de cada equipamento.

Foi elaborado um modelo de ordem de serviço para ser preenchida pelo manutentor, o objetivo é registrar os dados da ocorrência e no final da manutenção registrar no sistema.

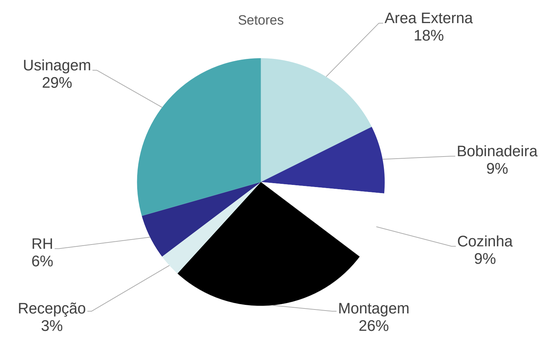
Com base nos dados coletados foi gerado um gráfico, onde é possível notar qual máquina tem maior número de ordem de serviço. Também foi possível identificar quais são os principais defeitos nas máquinas, como pode-se notar no gráfico 1. No gráfico 2 é possível notar quais são os principais setores que solicitam manutenção. O setor que teve mais chamados foi o a usinagem. O gráfico 3 mostra quais são os principias tipos de manutenção que foram feitas

Gráfico 1: Motivo do chamado



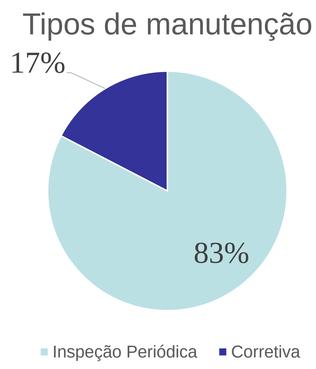
Fonte: Próprios autores

Gráfico 2: Setores



Fonte: Próprios autores

Gráfico 3 – Tipos de manutenção



Fonte: Próprios autores

Com base nos dados coletados, foi possível calcular o tempo médio de reparo, também conhecido como MTTR *(mean yime to repair)*) esse cálculo é feito levando em consideração as ordens de serviço que foram encerradas em determinado período. O MTTR é calculado aplicando a média de tempo que demora para desempenhar um reparo após a falha. Veja a fómula abaixo:

MTTR = (Tempo total de reparo) / (quantidade de falhas).

Após o cálculo, chegamos no valor de **4h03min.**

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que os processos de uma empresa funcionem com excelência, é necessário que haja manutenção. A manutenção, muitas vezes, existe, mas é falha, pois não existe planejamento e organização. Este artigo mostrou ferramentas que auxiliam os processos de manutenção, fazendo com que esta seja realizada de maneira organizada, reduzindo ou até mesmo eliminando problemas de tempo e de dinheiro.

Quando uma manutenção é planejada, antecipam-se os problemas que gerariam grandes custos, as paradas são combinadas com o tempo de menor demanda da máquina aproveitando-se do tempo vago. São pontos básicos, que, quando seguidos minunciosamente, trazem excelência.

REFERÊNCIAS

[1] VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM – Planejamento e Controle da Manutenção.** 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008.

[2] PRADO, Darci. **Planejamento e Controle de Projetos**. São Paulo: Falconi, 2008.

[3] VIANA, Herbert Ricardo Garcia; **Planejamento e Controle da Manutenção.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO

SENAI SÃO PAULO

MANUTENÇÃO EM CONTRATO VOLANTE DE CLIMATIZAÇÃO E REFRIGERAÇÃO

A terceirização de serviços se tornou a alternativa mais comum para que as empresas possam focar nos aspectos essenciais de sua operação. ABRAMAN (associação brasileira de manutenção e gestão de ativo) apontam que a manutenção corresponde 4% do custo total de faturamento bruto. A ABRAMAN informa ainda, que, o custo com pessoal próprio e de 49%, e o pessoal contratado em de 28% sobre o custo total de manutenção. Diante deste cenário, este artigo aborda um modelo de manutenção em contrato volante de climatização e refrigeração, como parte de um negocio lucrativo.

MENEZES, Enilson
OLIVEIRA, José Gil

Faculdade de Tecnologia SENAI "ANCHIETA"

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

O cenário atual, economicamente globalizado e altamente competitivo, exige que as empresas visualizem a manutenção como uma função de estratégica, aumentando assim a produtividade. A busca por eficiência com maior agilidade no atendimento e redução de custo nos processos de manutenção, requer um modelo de contrato de manutenção corretivo ou preventivo volante em climatização e refrigeração.

1.2 Objetivo

A pretensão desse artigo, é apresentar informações favoráveis para um modelo de prestação de serviço móvel de manutenção em climatização e refrigeração, abordando os aspectos mais importantes para implantação deste mercado de *Facilities.*

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Definição de manutenção

Define Tavares (1999) que manutenção é toda e qualquer ação necessária para que um item (equipamento, obra ou instalação) seja conservado ou restaurado, de modo a permanecer operando de acordo com as condições especificadas.

A manutenção começou a ser conhecida com o nome de "manutenção" por volta do século XVI na Europa central, juntamente com o surgimento do relógio mecânico, quando surgiram os primeiros técnicos em montagem e assistência.
(Augusto Tavares, 2005).

2.2 Definição de Terceirização

Terceirização, segundo a definição de Martins (2005), consiste na alternativa de contratar terceiros para a execução de atividades que normalmente não compõem o objetivo principal da empresa, podendo envolver a produção de bens como também de serviços. Este tipo de contratação serve para incorporar a atividade fim de uma empresa, que necessita de ajuda de um terceiro para sua realização.

2.3 Custo de manutenção

Segundo Gurski (2002), entre as organizações existe a preocupação em diminuir os custos com manutenção, este fato é importante visto que nas empresas os custos com manutenção são excessivos e não compatíveis com a concorrência globalizada.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Com a aplicação da lei 13.589/18, este artigo aborda a manutenção volante como modalidade móvel que visa atender clientes que não necessariamente , não necessita de equipes ou equipamentos fixos em suas instalações. Obedecendo aos parâmetros regulamentados pela Resolução 9/2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Foram utilizados as abordagens de pesquisas científicos, como: ABRAMAN, ABREPO, revistas, livros e ate mesmo de experiência profissional dentro de organizações de serviços de manutenção e Facilities.

3.1 Dados da manutenção

Segue abaixo na tabela 1, material de pesquisa de estática da ABRAMAN. A tabela tem por finalidade, fazer a demonstração do custo de manutenção nos anos de 2016 e 2017, que foi de 4%. Os custo é demostrado em vários setores, não apenas prestação de serviços. O documento mostra que o setor de serviço tem um custo com pessoal contratado menor, onde, o pessoal próprio atinge 49% do valor total da manutenção, o pessoal contratado tem um custo de 28%, uma diferença de 21% de valor de custo com pessoal de manutenção.

Setores	Custo Manutenção / Faturamento (%)	Custo Manutenção / Valor Imobilizado (%)	Custo Relativo Pessoal Próprio (%)	Custo Relativo Material (%)	Custo Relativo a Contratação (%)	Outros Custos Relativos (%)
Açúcar e Álcool, Alimentos e Bebidas	4%	6%	40%	40%	20%	0%
Aeronáutico e Automotivo	3%	13%	54%	32%	15%	0%
Eletroeletrônicos - Energia Elétrica	7%	6%	44%	29%	27%	4%
Químico e Sanemento	5%	5%	46%	38%	16%	0%
Mineração e Siderúrgico	5%	10%	50%	37%	14%	0%
Petróleo e Petroquímico	4%	15%	41%	31%	28%	0%
Papel e Celulose e Plástico	3%	8%	39%	49%	12%	6%
Predial e Prestação de Serviços (EQ e MO)	4%	4%	49%	23%	28%	2%
Máquinas e Equipamentos - Metalúrgico	3%	1%	51%	37%	12%	3%
Média Geral	4%	7%	46%	35%	19%	2%

Tabela 1: Custo da manutenção. *Fonte: ABRAMAN, 2017.*

Na tabela 2. esta a evolução dos níveis de formação dos profissionais da aera de manutenção. Houve um aumento na qualificação do pessoal, o nível superior cresceu 18,24% nos últimos quatros anos. O pessoal de nível médio técnico foi ainda melhor, atingindo 46,6% de crescimento em relação a 2013.

Setores	Nível superior (%)	Nível médio (%)	Pessoal Qualificado (%)	Pessoal Não Qualificado (%)	Supervisores / Supervisionados (%)	Turnover (%)
Açúcar e Álcool, Alimentos e Bebidas	23%	54%	18%	5%	12%	8%
Aeronáutico e Automotivo	16%	61%	18%	4%	8%	2%
Eletroeletrônicos - Energia Elétrica	29%	48%	22%	1%	17%	3%
Químico e Sanemento	47%	53%	0%	0%	8%	3%
Mineração e Siderúrgico	7%	87%	6%	0%	15%	3%
Petróleo e Petroquímico	26%	69%	3%	3%	16%	4%
Papel e Celulose e Plástico	22%	60%	11%	7%	13%	8%
Predial e Prestação de Serviços (EQ e MO)	27%	45%	22%	6%	15%	3%
Máquinas e Equipamentos - Metalúrgico	24%	50%	19%	7%	8%	3%
Média Geral	25%	59%	13%	4%	12%	4%

Tabela 2: Qualificação profissional. *Fonte: ABRAMAN, 2017.*

A tabela 3, esta identificando os tipos de manutenção de cada setor. Observa-se que, a manutenção corretiva em vários setores ainda e alta, se comparamos a visão de estratégica de uma organização. No setor de prestação de serviços a manutenção corretiva e de 45%. A manutenção preditiva corresponde por 5%.

Setores	Trabalho em Manutenção Corretiva (%)	Trabalho em Manutenção Preventiva Baseada no Tempo (%)	Trabalho em Manutenção Preventiva Baseada no Estado (Preditiva) (%)	Outras Atividades de Manutenção (%)
Açúcar e Álcool, Alimentos e Bebidas	42%	40%	18%	0%
Aeronáutico e Automotivo	42%	48%	4%	5%
Eletroeletrônicos - Energia Elétrica	28%	44%	12%	16%
Químico e Sanemento	25%	50%	20%	5%
Mineração e Siderúrgico	60%	23%	13%	5%
Petróleo e Petroquímico	47%	39%	14%	0%
Papel e Celulose e Plástico	24%	31%	31%	14%
Predial e Prestação de Serviços (EQ e MO)	45%	44%	5%	6%
Máquinas e Equipamentos - Metalúrgico	25%	48%	7%	20%
Média Geral	38%	41%	14%	8%

Tabela 3, Tipos de manutenção. Fonte ABRAMAN 2017

3.2 Informação para a tendência da manutenção

Segundo dados da Confederação Nacional Das Industrias (2014), apontam que há uma participação de 56,3% das empresas que terceirizam montagem e/ou manutenção de equipamento no Brasil, e a redução de custos, representa mais de 50% das empresas que terceirizam a manutenção no Brasil.

3.4 Modelo de infra estrutura

Oficina – Utilização de veiculo móvel de alta performance customizado o qual deve conter equipamentos específicos, EPI's para a área e ferramental adequado para atendimento técnico, assim como armários e gavetas especiais para as ferramentas e peças utilizadas em campo, atendendo as necessidades técnicas do clientes, no segmento de Refrigeração e Climatização.

Equipe de manutenção - O número de funcionários varia de acordo com o tamanho do empreendimento. Para uma estrutura de manutenção de ar condicionado e refrigeração, sugere-se: Gerente, Atendente e Técnico em ar condicionado e refrigeração.

Sistema Informatizado Para Manutenção- Recomendado para utilização neste cenário é o SAP PM (Gestão de Manutenção).

- Câmera fotográfica
- Tablet
- Redes de internet
- CTF de abastecimento de veículos
- RFID dos ativos que agregados valores financeiros
- QRcode nos ativos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas e processo de manutenção vêm se tornando mais frequentes e evoluindo de forma constante, para oferecer alternativa inovadoras em prol da máxima eficiência dos equipamento, maior confiabilidade nos serviços prestados e de nível de qualidade desejável. Por todos esses aspectos apresentados, conclui-se que um contrato de manutenção volante, pode aumentar a eficiência global, eliminar as perdas dos equipamentos, maximizar os resultados, aumentar a produtividade, melhorar a qualidade, eficiência e confiabilidade dos processos, capacitando pessoal para nível zero de falhas, zero defeito e zero acidentes. Os processos torna-se mais exigentes e rigoroso, não admitindo falhas ou problemas por falta de confiabilidade, o que embasa cada vez mais que a manutenção tornou-se altamente importante para o negocio.

REFERÊNCIAS

[1] ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos. **Revista Manutenção e Gestão de Ativos**, ed 151. Página eletrônica: Disponível em: <http://www.abraman.org.br/>. Acesso em: 11 . 2017

[2] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas / ABNT. **NBR 5462-1994**: **Confiabilidade e Mantenabilidade**.

[3] ANVISA – **Agência Nacional de Vigilância Sanitária** - Ar Condicionado – Regras. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/informacoes-tecnicas> Acesso em: 12 jan. 2017.

[4] BRASIL ENGENHARIA. **A Manutenção no Século 21.** Disponível em:<http://www.brasilengenharia.com/portal/images/stories/revistas/edicao620/620_manutencao.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2016

[5] KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção:** função estratégica. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384 p.

[6] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas / **NBR: 13971-19997**: **Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de Ar e Ventilação – Manutenção Programada.**

[7] Senai. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Técnico em Refrigeração e Climatização.** Disponível em: <http://www.pe.senai.br/cursos/detalhe/curso/186/#.WKDQmNIrLIU>. Acesso em: 13 dez. 2017.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO

MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Resumo do trabalho - Neste trabalho, é apresentado o conceito de monitoramento do consumo de energia elétrica, a partir de alguns modelos existentes no mercado. O monitoramento do consumo de energia elétrica tem como objetivo principal, mas não isolado, o conhecimento da quantidade de energia elétrica consumida por um determinado edifício, ambiente ou equipamento, bem como da escalada horária deste consumo para, então, possibilitar ao gerador e, principalmente, ao tomador de energia elétrica o uso mais eficiente deste produto, relativamente escasso e, por consequência, caro. Ao conhecer em detalhes o consumo de energia elétrica, o usuário tem melhores condições de gerir suas atividades para consumir e gastar menos. Isso é perfeitamente possível fazendo uso de tecnologias de monitoramento, acompanhadas de análises e gestão, algo também a ser abordado.

JUNIOR, Dionizio Camargo
CARVALHO, Elias Felipe de

Faculdade de Tecnologia SENAI "Anchieta"

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

As dificuldades crescentes de se gerar energia elétrica faz subir seu preço e, sendo assim, é essencial otimizar o consumo e economizar, fazendo disso não só uma ação contribuinte para o meio ambiente, mas também um fator de vantagem competitiva. Para tanto, é preciso conhecer para onde está indo a energia elétrica consumida.

1.2 Objetivo

Demonstrar de que maneira um sistema de monitoramento do consumo de energia elétrica pode colaborar para a dissolução de questionamentos como: Qual o gasto individual de cada equipamento? Como o consumo está distribuído no tempo? Qual o horário de maior consumo? E, fundamentalmente, contribuir para o uso mais eficiente da energia elétrica e, consequentemente, resultar em economia financeira e cooperação com o meio ambiente.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Introdução sobre energia elétrica

Em sua publicação sobre Gerenciamento de Energia, de 2010, Benjamim B. Ferreira aborda conceitos básicos do setor elétrico brasileiro e entidades do setor, além de programas de controle como o PROCEL. Para um melhor entendimento do sistema energético, este estudo também utiliza-se da publicação Energia elétrica para sistemas automáticos da produção, de Alexandre Capelli, de 2007, na qual são abordados inúmeros pontos sobre energia elétrica, tais como os principais tipos de matrizes de geração, transmissão e distribuição de energia, além de tratar de eficiência energética referenciando as oportunidades de economia nos diferentes sistemas usuários de energia elétrica.

2.2 Eficiência energética

Antônio Dias Leite aborda com propriedade em sua publicação A Energia do Brasil, de 1997, a inter-relação entre energia e meio ambiente ressalvando a importância do emprego de ações em busca de eficiência energética e ainda as estratégias e políticas nacionais no que se refere ao desenvolvimento sustentável. O livro de Mario Pagliaricci, Manual da Economia de Energia Elétrica na Industria, de 1995, apesar de bastante antigo, aborda formas ainda relevantes de como atacar pontos passíveis de desperdício de energia elétrica. A inter-relação com o monitoramento de energia, neste caso, é plena, tendo em vista que para se conhecer o quanto se gasta e onde se gasta energia nada mais apropriado que um sistema de monitoramento.

2.3 Dados

De uma publicação anual da FIRJAN, esta de 2017, extraiu-se dados importantes sobre o custo da energia elétrica no Brasil, em especial para a pequena e média indústria, ressaltando sua influência no resultado do negócio. No artigo de Leonardo Dalla Porta e nos portais da GreenAnt e Schneider Electric buscou-se informações técnicas de peças, além dos produtos e serviços oferecidos pelas duas empresas em referência ao monitoramento do consumo de energia elétrica, bem como a gestão disso por meio de tecnologia.

2.3 Implantação

Tendo a implantação de um sistema de monitoramento de energia elétrica como um projeto, era essencial buscar um referencial sobre gerenciamento de projetos, o que se deu através da publicação de Armando Terribili Filho, Gerenciamento de Projetos em 7 Passos, de 2011. Na publicação do Senai sobre Instalações de sistema de microgeração solar fotovoltaica, de 2016, buscou-se principalmente informações acerca da NR10 e questões de segurança que devem ser observadas em qualquer intervenção elétrica.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho é a pesquisa teórica, concentrando-se em dois modelos de sistema de monitoramento de energia existentes no mercado brasileiro e, em parte, na experimentação prática decorrente da participação em implantações reais.

3.2 Desenvolvimento

De acordo com a FIRJAN (2017, p.1), "...o custo de energia elétrica da indústria nacional pode representar mais de 40% de seus custos de produção". É um dado que mostra o quanto ser eficiente, buscando meios para economizar energia, é fundamental e indispensável para manutenção e garantia de competitividade comercial. Portanto, para eliminar ou reduzir os efeitos desses fatores, é necessário diminuir o uso de energia elétrica ou, minimamente, racionalizá-lo, daí a importância de um sistema de monitoramento do consumo de energia elétrica.

A implantação de um sistema de monitoramento do consumo de energia elétrica não é uma coisa corriqueira, que se faz todos os dias, não se trata de um processo produtivo ou administrativo que resultará em algo padrão. Logo, a reunião das atividades que envolvem este evento, desde sua idealização até o primeiro kWh medido, é um projeto e como tal deve ser conduzido.

Assumida como um projeto, a implantação de um sistema de monitoramento do consumo de energia elétrica, então, deverá seguir um processo de gerenciamento de projetos que, como premissa, obedecerá ao ciclo de vida de um projeto, ou seja, Iniciação, Planejamento, Controle, Execução e Finalização, bem como observará as dez áreas do conhecimento, divididas em Integração, Escopo, Tempo, Custos, Qualidade, Recursos Humanos, Comunicações, Riscos, Aquisições e Partes Interessadas.

É fato, hoje existe uma infinidade de empresas com expertise na implantação de sistemas de monitoramento de consumo de energia elétrica que, basicamente, se utilizam dos mesmos hardwares, ou seja, dos mesmos componentes eletroeletrônicos, mas se diferenciam pelo software que utilizam e, principalmente, o serviço oferecido. Portanto, a escolha do parceiro deve ser pautada não só pelo custo de instalação e serviço, mas também deverão ser observados com bastante critério os fatores de qualidade dos materiais e, principalmente, dos serviços envolvidos em todo o processo.

Independentemente do modelo a ser adotado, observadas as peculiaridades de cada edifício e suas instalações elétricas, é imprescindível que a escolha da empresa parceira para a implantação do sistema de monitoramento do consumo de energia elétrica, passe também por sua preocupação e adequação às normas de segurança, garantindo a saúde e segurança dos trabalhadores que atuam direta ou indiretamente com instalações e serviços da área elétrica, como prevê a NR-10, no item 10.1.1.

A eficiência energética, tão importante dado o elevado custo de energia elétrica no Brasil e no mundo e à justa necessidade do consumo sustentável, depende de diversas ações de âmbito estrutural e operacional que podem envolver troca de equipamentos, mudanças operacionais e implementação de soluções de gestão, tal como o sistema de monitoramento do consumo de energia elétrica.

Todavia, o sistema de monitoramento por si só, não resultará em benefícios financeiros e ambientais à empresa que o adotar, pois os dados resultantes das medições devem ser analisados para tomada de decisões que devem envolver todo o pessoal ligado à administração e operação dos equipamentos que consomem energia elétrica. Somente assim, mediante políticas e procedimentos adotados por todos, é que a cultura da racionalização do consumo de energia será integralizada e, então, resultará em eficiência energética.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência energética, tão importante dado o elevado custo de energia elétrica no Brasil e no mundo e à justa necessidade do consumo sustentável, depende de diversas ações de âmbito estrutural e operacional que podem envolver troca de equipamentos, mudanças operacionais e implementação de soluções de gestão, tal como o sistema de monitoramento do consumo de energia elétrica. Um sistema de monitoramento, por sua vez, se bem definido, implantado e sistematicamente utilizado, será uma importante ferramenta para o gerenciamento e, consequentemente, racionalização do consumo de energia. Há diversas alternativas de sistemas e empresas que possam implementá-lo, mas a escolha da melhor opção deve estar pautada nas condições físicas das instalações elétricas do edifício, que exigirá mais ou menos intervenções, e na qualidade dos serviços e tecnologia empregada pela empresa parceira.

REFERÊNCIAS

[1] LEITE, A. **A energia do Brasil. Rio de Janeiro**: Nova Fronteira, 1997.

[2] GREENANT. **Tecnologia NIALM**. Disponível no site <http://www.greenant.com.br/tecnologia/>. Acesso em: 11 maio 2017.

[3] SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Instalações de sistema de microgeração solar fotovoltaica**. São Paulo: SENAI-SP, 2016.

[4] PAGLIARICCI, Mário. **Manual de economia de energia elétrica na indústria**. São Paulo: Nossa Editora, 1995.

[5] BARROS FERREIRA, Benjamim et al. **Gerenciamento de energia**: ações administrativas e técnicas de uso adequado da energia elétrica. São Paulo: Érica, 2010.

[6] CAPELLI, Alexandre. **Energia elétrica para sistemas automáticos da produção**. São Paulo: Érica, 2007.

[7] TERRIBILI FILHO, Armando. **Gerenciamento de projetos em 7 Passos**. São Paulo: M.Books, 2011.

[8] SCHNEIDER ELECTRIC. **Eficiência energética: soluções simples para gestão integrada de energia**. São Paulo: Schneider Electric, 2007.

[9] FIRJAN. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro **Pesquisas e estudos socioeconômicos: quanto custa a energia elétrica para a pequena e média indústria no Brasil?**. Rio de Janeiro: Firjan, 2017.

[10] ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Informações gerenciais**. Brasília: ANEEL, 2015.

[11] FUENTES, André. **Brasil piora em ranking e passa ser o 6º com a energia mais cara do mundo**. Impávido Colosso, Veja.com. 11 fev. 2017. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/blog/impavido-colosso/brasil-piora-em-ranking-e-passa-a-ser-o-6com-a-energia-mais-cara-do-mundo/>. Acesso em: 08 jun. 2017.

[12] PORTA, Leonardo Dalla. **Sensores de Corrente**. Coffeetronics. 20 mar. 2015. Disponível em:

<http://www.coffeetronics.com.br/?p=70>. Acesso em: 15 jun. 2017.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO
SENAI SÃO PAULO

PÃO DE FORMA – ANÁLISE DAS EMBALAGENS EXISTENTES NO MERCADO ATUAL SOB O PONTO DE VISTA DA SUSTENTABILIDADE

O pão de forma é um dos alimentos mais desperdiçados no mundo. Por isso, foi escolhido como objeto de estudo desta pesquisa. O objetivo é analisar os aspectos visuais e estruturais das embalagens dos seis principais fabricantes nacionais de pão de forma e propor um modelo de embalagem mais sustentável. A metodologia adotada foi baseada em uma pesquisa exploratória em que se avaliou a rotulagem socioambiental e a estrutura das embalagens de pão de forma sob o ponto de vista da sustentabilidade e também uma pesquisa qualitativa, em que se investigou o ponto de vista do consumidor a respeito do desperdício desse produto. Os resultados mostraram que a maioria dos consumidores acham que os atributos do rótulo, o sistema de fechamento e a quantidade de pão por embalagem devem ser revistos. Analisando as características do produto e os resultados obtidos nas pesquisas foi sugerido um modelo de *layout* de embalagem com comunicação socioambiental mais eficiente.

CAMARGO, Márcia Cristina Souza
WITTMANN, Giselen Cristina Pascotto
Faculdade SENAI de Tecnologia Gráfica

1. INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

A cada ano, aproximadamente um terço dos alimentos produzidos no mundo para consumo humano - cerca de 1,3 bilhão de toneladas - é desperdiçado. No Brasil, o índice de alimentos que vão para o lixo chega a 26,3 milhões de toneladas por ano e cerca de 50% desse desperdício acontece nas etapas de processamento, distribuição e consumo. É o que indica o relatório de 2015 da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO).O desperdício na etapa de consumo é o mais danoso em termos de perdas de recursos financeiros e naturais. Pois, tudo o que foi necessário para produzir e transportar o alimento até o domicílio é desperdiçado quando o alimento se perde no final da cadeia. Em países como o Brasil, onde a maior parte das sobras de alimentos ainda é descartada em lixões, o desperdício ainda acarreta impacto negativo via emissão de gases de efeito estufa (WWF, 2016).

1.2 Objetivo

O objetivo desta pesquisa é analisar os aspectos visuais e estruturais das embalagens dos principais fabricantes nacionais de pão de forma para definir qual marca possui a embalagem com os melhores atributos ambientais, a partir dessa definição, propor um modelo de embalagem mais sustentável, se necessário, reformulando o seu layout para apresentar uma rotulagem socioambiental mais completa e funcional auxiliando o consumidor a conservar melhor o produto e consequentemente, diminuir o desperdício do pão, promovendo a diminuição do impacto ambiental do sistema produto/embalagem.

2. REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Wikström (2013), estima-se que 20% do desperdício de alimentos nos domicílios podem ser atribuídos às embalagens, que muitas vezes não cumprem a sua função primária, ou seja, proteger o produto. O mesmo estudo aponta que uma embalagem ecologicamente eficiente deve possuir as seguintes características: proteção mecânica, resselagem, fácil de abrir, fácil de segurar, fácil de dosar, fácil de limpar e esvaziar, conter a quantidade correta e data de validade funcional.

Williams (2011) apontou que embalagens que reduzem o desperdício de alimentos podem ser uma ferramenta importante para reduzir o impacto ambiental total, mesmo que para isso haja um aumento no impacto da embalagem em sí, pricipalmente para produtos com perdas elevadas, como é o caso do pão de forma, por exemplo.

Pensando no pão de forma, nosso objeto de estudo, essa perda acontece principalmente na fase de consumo, quando o consumidor não consegue comer o pão inteiro antes da data de vencimento e acaba descartando a embalagem ainda com resíduos alimentares. Para evitar esse problema, além de todas as características citadas acima, também é fundamental que a embalagem tenha:

- Uma comunicação socioambiental eficiente que traga um modo de conservação mais funcional e específico para pães de forma.
- Informações educativas visando a conscientização dos consumidores sobre o problema do desperdício de alimentos e suas consequências para o meio ambiente

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada está voltada principalmente para dois tipos de pesquisas: pesquisa exploratória, a fim de investigar como estão as embalagens atuais desse tipo de produto e pesquisa qualitativa, importante instrumento para avaliar e entender qual é o ponto de vista do consumidor a respeito do desperdício desse tipo de pão. O pão de farinha branca foi escolhido como objeto de estudo para esta pesquisa por ser o pão de forma mais consumido no Brasil.

3.1 Pesquisa Exploratória

Realizou-se um levantamento das embalagens dos seis principais fabricantes nacionais de pão de forma de farinha branca. Estes foram nomeados por letras seguindo a sequência alfabética, Fabricante A, ... e Fabricante F. As embalagens foram analisadas levando-se em conta os atributos visuais que contribuem para a eficiência da sua comunicação socioambiental, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Análise visual das embalagens

Comunicação Socioambiental	Características	Fabricante A	B	C	D	E	F
Modo de Conservação	Visibilidade do local	●	●●●●	●●	●●●	●●●●	●●
	Tamanho da letra	●	●	●●	●●	●●●●	●●
	Contraste com o fundo	●●●●	●●	●●●	●●●	●●●●	●
	Funcionalidade	●	●	●	●●●●	●	●
Dicas para evitar o desperdício	Visibilidade do local						
	Tamanho da letra						
	Contraste com o fundo						
	Funcionalidade						
Box Datador	Visibilidade do local		●●●●		●●●●		
	Tamanho da letra		●●●●		●●●●		
	Contraste com o fundo		●●●●		●●●		
ISO 14021:2017 Rotulagem Ambiental Tipo II: Rótulos e declarações ambientais	Visibilidade do local	●●●	●●●	●●●	●●		●●●●
	Tamanho da letra	●●●●	●	●	●		●
	Contraste com o fundo	●●●●	●●●●	●●●	●●●		●
	Total	18	28	15	29	16	12

Não Possui	Ruim ●	Razoável ●●	Bom ●●●	Excelente ●●●●

Fonte: As autoras.

Em relação às estruturas das embalagens analisou-se o tipo de substrato, suas especificações e o prazo de validade, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2. Análise estrutural das embalagens

	Fabricante A	B	C	D	E	F
Tipo de embalagem	Saco	Saco	Saco	Saco	Saco	Flowpack
Substrato	PEBD	PEBD	PEBD	PEBD	PEBD	BOPP mate/ PEBD
Espessura (µm)	30	40	40	30	30	60
Dimensões (mm)	965x210	990x205	1020x210	991x205	962x205	230x370
Validade	11 dias	11 dias	12 dias	11 dias	11 dias	60 dias
Peso do produto	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	400 g
Preço médio	R$ 6,00	R$ 4,20	R$ 5,50	R$ 4,60	R$ 3,80	R$ 4,50

Fonte: As autoras.

3.2 Pesquisa Quantitativa

Foi realizada uma pesquisa qualitativa utilizando questionário on line por meio da plataforma Google Documentos. Os dados foram coletados entre os dias 12 e 24 de julho de 2017. Houve um total de 136 respostas válidas das quais 78 se enquadraram no público alvo da pesquisa (pessoas com idade entre 30 e 50 anos de classes sociais B ou C).

Esta pesquisa foi estruturada em duas fases. A primeira fase está relacionada a estatística descritiva e a caracterização da amostra. A segunda fase parte está relacionada a uma análise inferencial e possui 15 questões fechadas de análises multivariadas que possuem pontuações variando de 1 a 10, onde 1 significa que o entrevistado discorda totalmente e 10 que concorda totalmente com a afirmação. Essas questões buscam capturar aspectos e características que, na percepção do indivíduo, influenciam na conservação e no desperdício do produto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o Quadro 1, nota-se que o Fabricante D foi o que teve a melhor avaliação em relação aos outros, principalmente porque possui o item “Modo de Conservação” mais completo e espefíco para pão de forma.

Sobre a estrutura das embalagens, foi concluído que a embalagem do Fabricante F é a mais sustentável entre as embalagens analisadas. Isso deve-se ao tipo substrato de alta barreira ao vapor d´água e ao sistema de fechamento por selagem, que protege melhor o produto e aumenta o shelf life para cerca de 60 dias.

Na pesquisa quantitativa os resultados apontam que a maioria dos indivíduos acham que os atributos do rótulo, o sistema de fechamento e a quantidade de pão por embalagem devem ser revistos.

O substrato da embalagem F tem custo maior que o PEBD por ser um substrato com propriedades de barreira mais elevadas. Porém, o produto que chega ao ponto de venda e que não é vendido volta para o fabricante que precisa repor o produto ao varejista. Dessa forma, é preciso levar em consideração não só o valor final da embalagem, mas também o custo-benefício do sistema de embalagem de um modo mais abrangente, já que uma embalagem que protege melhor o produto e aumenta o tempo de vida de prateleira contribui para que uma porcentagem maior dos produtos produzidos cheguem à mesa do consumidor, trazendo ganhos importantes em todo o ciclo de vida do produto.

5. CONCLUSÃO

Para a comunicação visual foi seguido, principalmente, as características encontradas nas embalagens dos Fabricantes B e D, que foram os mais bem avaliados na pesquisa exploratória.

Para a estrutura, peso e sistema de fechamento, considerando as características de cada produto, o ideal seria seguir o Fabricante F com referência pois sua embalagem possui uma estrutura diferenciada para esse tipo de produto, possibilitando um aumento no prazo de validade e uma diminuição da troca no ponto de venda.

Figura 1. Sugestão de layout modelo



REFERÊNCIAS

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. ***Report of the 2015 series of international conferences on food loss and waste reduction - Recommendations on Improving Policies and Strategies for Food Loss and Waste Reduction***. Disponível em: <http://www.fao.org/home/en/>. Acesso em: 22 abril 2017.

PACKAGINGDIGEST. ***New map pack gives franz bread a 40 day shelf life***. Disponível em: <http://www.packagingdigest.com/modified-atmosphere-packaging/map-pack-givesfranz-bread-40-day-shelflife-141103>. Acesso em: 08 maio 2017.

WIKSTRÖM, F.; WILLIAMS, H.; VERGHESE, K.; CLUNE, S. **A influência dos atributos da embalagem no comportamento do consumidor em estudos de avaliação do ciclo de vida de embalagens alimentícias - um tema negligenciado**. Journal of Cleaner Production p.1-9, 2013.

WILLIAMS, H.; WIKSTRÖM, F. **Impacto ambiental das embalagens e das perdas de alimentos sob uma perspectiva de ciclo de vida: uma análise comparativa de cinco alimentos.** Journal of Cleaner Production p.43-48, 2011.

WWF-BRASIL. **Desperdício de alimentos é tema de campanha liderada pela Embrapa, Fao e WWF-Brasil.** Disponível em: <http://www.wwf.org.br/?54542>. Acesso em: 25 abr. 2017.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO

O PAPEL DO DESIGN DE MODA NA PERSPECTIVA DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

O presente projeto abordou a quarta revolução industrial, suas características, e o impacto desse movimento no universo da moda. O design de moda se insere nesse contexto podendo resolver as problemáticas do período atual; criando produtos inovadores e diferenciados para atender ao novo perfil de consumidor.

SCARZO, Daniele Correa
SILVA, Fernanda Marinho Pereira da
WAN, Chi Ming
PEREIRA, Dilara Rubia

Faculdade de Tecnologia SENAI "Antoine Skaf"

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

A quarta revolução industrial é responsável pela automatização da manufatura e se refere como aplicação do conceito genérico de Sistemas Ciberfísicos nos sistemas de produção. (BRUNO, 2016, p 36) já a moda é fenômeno dinâmico que capta as mudanças e tendências do mercado e as transfere para seus produtos. Assim, os avanços tecnológicos ocorridos no ultimo século provocaram mudanças em seu sistema de criação e produção industrial, como cultura de projeto, evidenciando a transição de um processo estilístico, atrelado ao mundo das artes, para um processo industrial, como cultura de projeto.

1.2 Objetivo

Abordar a evolução da indústria, enfatizando a quarta revolução industrial e suas características, e o impacto desse movimento no universo da moda. Descreve como o design de moda se insere nesse contexto e como o design como método de projeto pode resolver as problemáticas do período atual; criando produtos inovadores e diferenciados para atender ao novo perfil de consumidor, que está mais conectado e presente nos processos de manufatura.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Características da Quarta Revolução Industrial

O conceito de Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial surgiu na Alemanha, como nome de um programa criado pelo governo com objetivo de promover a automatização da manufatura e assim, aumentar a produtividade das linhas de produção, gerando maior competitividade com a indústria internacional através de fábricas inteligentes. Segundo a Confederação Nacional da Indústria (2016), tem como características a incorporação da digitalização à atividade industrial, a integração e controle da produção a partir de sensores e equipamentos conectados em rede e da fusão do mundo real com o virtual, criando os chamados sistemas ciberfísicos e viabilizando o emprego da inteligência artificial.

A Quarta Revolução Industrial é a revolução do conhecimento e da

comunicação. Uma revolução digital. Segundo Klaus Schwab, autor do livro A Quarta Revolução Industrial: Estamos a bordo de uma revolução tecnológica que transformará fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. Em sua escala, alcance e complexidade, a transformação será diferente de qualquer coisa que o ser humano tenha experimentado antes. (Perasso, 2017).

Segundo relatório do BCG (Boston Consulting Group) são nove as principais tecnologias da indústria 4.0: robôs automatizados, manufatura aditiva, simulação, integração horizontal e vertical de sistemas, internet das coisas, Big Data e Analytics, nuvem, segurança cibernética e realidade aumentada.

2.2 O que é Design de Moda?

Para Nicchelle (2011), o design e a moda podem ser considerados campos amplos e complexos relacionados ao universo da criação de objetos da cultura. Conforme Moura, no design de moda a criatividade e a inovação estão sempre presentes. Soluções ou propostas são trabalhadas e destinadas as esferas produtivas, econômicas e tecnológicas, podendo estabelecer também relações sociais, ambientais e culturais, conforme o conceito, a proposta e o segmento da indústria e do mercado de moda para o qual o designer de moda atua. A moda e o design se aproximam por meio da cultura de projeto e essa aproximação os torna relevantes a partir do momento em que ambos enfrentam o desafio mercadológico, do período contemporâneo, que exige a antecipação e a criação de produtos que satisfaçam as necessidades dos consumidores, prevendo negócios e mercados futuros. (NICCHELLE, 2011). Apontando, dessa forma, a função do design de moda no mercado atual.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 O papel do Design de Moda na perspectiva da Quarta Revolução Industrial

O cenário atual não apresenta respostas definitivas para as necessidades sociais e não indica um caminho a seguir, mas aponta para realidades mutantes, onde o caminho deve ser sempre projetado e redefinido durante o percurso. Um dos maiores impactos previstos por especialistas quanto à Quarta Revolução Industrial está relacionado ao mercado de trabalho e à oferta de mão de obra. A tendência é que as posições de trabalho que exijam esforços manuais e repetitivos sejam, aos poucos, substituídas pela mão de obra automatizada, realizada por meio de máquinas e robôs. Dessa forma, os profissionais passarão a ter um papel mais estratégico dentro das empresas e ocuparão cargos em que o conhecimento técnico não será considerado um diferencial, mas uma competência necessária para que as funções sejam exercidas. As áreas que envolvem pesquisa e desenvolvimento oferecerão cada vez mais oportunidades para profissionais tecnicamente capacitados. Neste cenário dinâmico e fluído, o principal desafio apresentado no campo do Design está na capacidade de gestão da complexidade e na habilidade de manipulação das informações disponíveis para estimular e alimentar constantemente o mercado por meio de novas ofertas adequadas a evolução dos sistemas sociais, buscando a inovação e diferenciação. (NICCHELLE; LINDEN, 2017).

Segundo Bruno, a principal tendência para o design de moda na confecção 4.0 é a personalização em massa, o enfoque das empresas sai das grandes massas para segmentações em grupos menores de consumidores, com a hibridização dos mundos físico e

digital. Segundo Dickens et alii (2013), quando as técnicas de customização empregadas em produtos que podem ser personalizados na Internet e adquiridos por preços relativamente baixos, e as empregadas em nichos de alto valor agregado forem adotadas em artigos de uso diário que atualmente são fabricados em larga escala teremos o efeito de customização em massa. (BRUNO, 2016). Outra tendência da confecção 4.0 para o design são os tecidos inteligentes, novos materiais têm sido testados na fabricação de fibras, principalmente aqueles que funcionam como sensores, atuadores e condutores, essenciais para a linha de desenvolvimento dos têxteis inteligentes. Produtos têxteis que atuem como sensores térmicos, de tensão, de pressão, químicos e biológicos permitem que informações provenientes da interação do fio, tecido ou roupa com o corpo e com o ambiente sejam convertidas, por exemplo, em sinais elétricos para que atuadores possam alterar a cor, liberar substâncias ou mudar a forma. Essas tecnologias requerem processos físicos e químicos e design especiais, além de identificação, seleção e desenvolvimento de novos materiais para enfatizar as características inteligentes associadas à capacidade de reação prevista do produto aos estímulos projetados. (BRUNO, 2016).

A preocupação com o meio ambiente já se faz presente e irá aumentar nos próximos anos, a eco inovação é o caminho a ser trilhado pelas empresas. Nesse setor, o design assume papel essencial no rumo de uma manufatura zero carbono. Sistemas produto serviço sustentáveis baseados em desmontagem, durabilidade, possibilidades de retorno e de reprocessamento devem ser projetados desde o início do processo de inovação. Enfim, com a chegada confecção 4.0 e suas premissas, o papel do design de moda requer habilidades projetuais, consequentemente o perfil do designer de moda muda, exigindo que o mesmo tenha conhecimento de ferramentas sensoriais (visão e audição), cognitivas (pensamento e comunicação); e motoras (locomoção, acesso e elasticidade e destreza). Segundo Bruno, para entender, projetar e fabricar produtos a partir do modelo da indústria 4.0 é preciso desenvolver competências profissionais muito mais amplas do que aquelas usualmente requeridas dos trabalhadores, com nível de qualificação superior e características de multidisciplinaridade. À medida que nos afastarmos da produção de bens padronizados e nos aproximarmos da manufatura de bens personalizados, será cada vez mais necessário que os profissionais da indústria entendam as diferenças entre as capacidades reais dos usuários e as capacidades necessárias para o uso dos novos produtos ou serviços projetados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo mercadológico deve atrair e oferecer algum diferencial para o consumidor, de modo a torná-lo desejável diante dos demais oferecidos pelos concorrentes. Assim o design se apresenta com a responsabilidade de criar produtos que tenham em vista a resolução do problema apresentado, que sejam inovadores e que atendam as necessidades dos consumidores. (NICCHELLE, 2011). Para o florescimento da Confecção 4.0, os princípios de design deverão ser incorporados nas empresas. Seus princípios aumentam a eficiência operacional, assim como o desenvolvimento de modelos de negócio, serviços e produtos inteiramente novos. Conforme Bruno, sugere-se que o Design de Moda desempenhará responsabilidades como: personalização, instantaneidade e individualização do consumo; co-criação e compartilhamento de produtos e serviços; hibridização de produtos e serviços; racionalização técnica, temporal e econômica da cadeia de valor por meio da manufatura ágil; sustentabilidade; funcionalidade e inteligência de produtos apoiadas em novas tecnologias; desenvolvimento do emprego de novos materiais e processos inteligentes; virtualização da produção; integração sem solução de continuidade de tecnologias de informação, comunicação e de processos.

À medida que a complexidade das relações muda a sociedade, o papel do profissional de design também se modifica. Se anteriormente, o designer atinha-se a interpretar e executar tarefas, agora, ele deve necessariamente informar-se sobre um conjunto de aspectos capazes de contribuir para a criação de valor da mercadoria. (MOREIRA; BERNARDES, 2017).

Não é provável que sistemas técnicos avançados venham suprir completamente à versatilidade, o conhecimento, as capacidades e as habilidades humanas em um futuro próximo. O que é mais provável é que o trabalho humano seja cada vez mais visto como

parte essencial do sistema produtivo, enquanto as tecnologias procurarão aperfeiçoar as habilidades individuais dos empregados assim como adaptar-se a elas. Só aqueles que dominam conhecimentos raros e específicos na rede podem investir em marca e design, simplesmente porque estes ativos estão associados à capacidade de diferenciação e criação

de valor (BRUNO, 2016).

REFERÊNCIAS

[1] BRUNO, Flavio da Silveira. **A quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção**: **a visão de futuro para 2030**. 1. ed. – São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2016.

[2] Confederação Nacional da Indústria - **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil** – Brasília: CNI, 2016. 34 p.

[3] O que é a 4ª revolução industrial - e como ela deve afetar nossas vidas; Valéria Perasso; disponível em http://www.bbc.com/portuguese/geral-37658309 acesso em 10/06/2017

[4] NICCHELLE, Keila Mariana; LINDEN, Julio Carlos de Souza Van Der. **Design estratégico**: **uma contribuição metodológica aplicada ao design de moda**. In: BERNARDES, Mauricio Moreira e Silva; LINDEN, Júlio Carlos de Souza van der (orgs.). Design em pesquisa. Porto Alegre: Marca visual, 2017. p. 152-171.

[5] MOREIRA, Bruna Ruschel; BERNARDES, Mauricio Moreira e Silva. **As dinâmicas do mercado da moda e a inserção do design nas empresas: uma fertilização cruzada?** In: BERNARDES, Mauricio Moreira e Silva; LINDEN, Júlio Carlos de Souza van der (orgs.). Design em pesquisa. Porto Alegre: Marca visual, 2017. p. 67-90.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO
SENAI SÃO PAULO

PNEU TWEEL (SEM AR) PARA CARRINHO DE MÃO

Resumo do trabalho - Baseando-se na história remota do pneu, a Michelin anunciou o seu novo pneu que não usa câmara de ar, o *Tweel* para automóveis. Usando a mesma ideia desenvolvemos um pneu com a mesma tecnologia do *Tweel* para carrinho de mão, e com intuito de inovar já que o pneu usado atualmente está desatualizado, tanto no processo de produção como na durabilidade. Este trabalho apresenta o desenvolvimento através de um software CAD como o desenho do produto em 3D, cálculo estrutural, otimização do produto e o molde piloto, para então construir o primeiro protótipo do *Tweel*.

MENDES, Douglas Prado
CAMUSSO, Daniel
Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica

1 INTRODUÇÃO

Atualmente é possível encontrar uma grande variedade de carrinhos de mão (Figura 1), utilizados na área de construção civil com vários tamanhos e formas. E todos são constituídos por três componentes principais: estrutura tubular, caçamba e pneu (com câmara de ar ou rígido).



Figura 1 – Carrinho de mão

1.1 O Tweel

A primeira aparição do *Tweel* (Figura 2) ocorreu em 2005, desenvolvido pela Michelin. O nome *Tweel* vem da combinação das palavras “tire” (pneu) e “*wheel*’ (roda). Hoje esta tecnologia é aplicada para os pneus de empilhadeiras, maquinas de construção e veículos militares.



Figura 2 – o Tweel

1.2 Objetivo

O objetivo desse trabalho é inovar e agregar a tecnologia do pneu *Tweel* na área da construção civil, já que o mesmo não fura, suporta diversos terrenos agressivos e seria de 20 a 30% mais leve em relação ao pneu rígido. Outra vantagem em relação a montagem tradicional (roda, pneu e câmara de ar) seria uma peça única, reduzindo o processo de construção e a manutenção do pneu quando danificado. O desenvolvimento desse trabalho abrange desde o projeto em 3D passando por uma análise estrutural para validar e otimizar sua forma e assim definir um molde piloto para confecção do primeiro protótipo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 O pneu sem ar para carrinho de mão

Após pesquisa e estudos, foi definido o primeiro protótipo (Figura 3), que seria usado no carrinho para aplicação em construção civil e agropecuária. De peça única composto somente de borracha natural (NR), com aproximadamente 70-75 SHORE de dureza, com diâmetro de 320mm por 96mm de largura, com 28 cavidades equidistantes vazadas, com um furo central para a introdução de um eixo para montagem no carrinho, e com sua massa de 2,9 Kg.

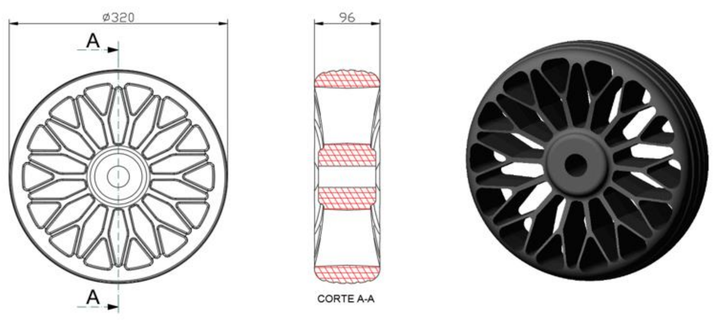


Figura 3 – Pneu Tweel

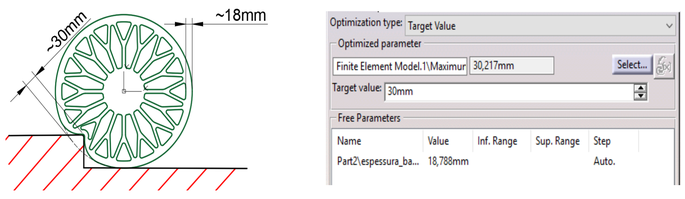
2.1 Otimização do produto

Determinado uma situação de análise mais próxima da condição física real, simulando desníveis de terreno ou a subida de uma guia de calçada. (Figura 4).



Figura 4 – Deformação do pneu

Foi aplicado uma relação entre o valor alvo de aproximadamente 30mm de deslocamento da deformação com a espessura da banda de rodagem do pneu (Figura 5), ou seja, quanto maior o deslocamento menor será a espessura da banda de rodagem. O valor obtido com a otimização foi de 18,788mm de espessura, valor considerado ideal para a banda de rodagem (Figura 6) e que somente essa parte do pneu já pesa cerca de 1,54kg



Figuras 5 e 6 – Deformação do pneu e otimização

2.2 Dados de Referência para Cálculo Estrutural do Pneu

A ferramenta utilizada para elaboração do cálculo estrutural foi o software CATIA V5. Conforme norma ABNT NBR 16269:2014- Carrinho de mão para construção civil, especifica os requisitos técnicos e principais dimensões e ensaios, que estipula que o limite máximo é de 120Kg de carga.

2.3 Deslocamento

O resultado do deslocamento atuante foi de aproximadamente 30mm, como representado na (Figura 7), aproxima-se da condição física real, por esse resultado foi considerado a análise como aprovada.

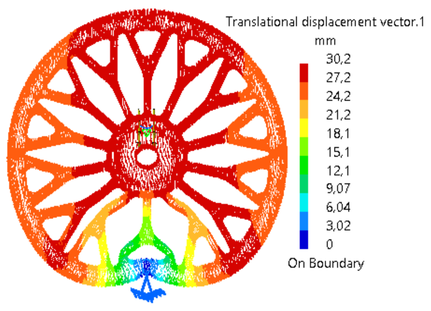


Figura 7 – Resultado da deformação para carga de 120Kg

2.4 Modelamento e usinagem do molde piloto

A partir do modelo do produto foi realizado o desenvolvimento das cavidades do molde piloto (Figura 8), por meio do software de CAD PowerShape e usinado no software de CAM PowerMill.

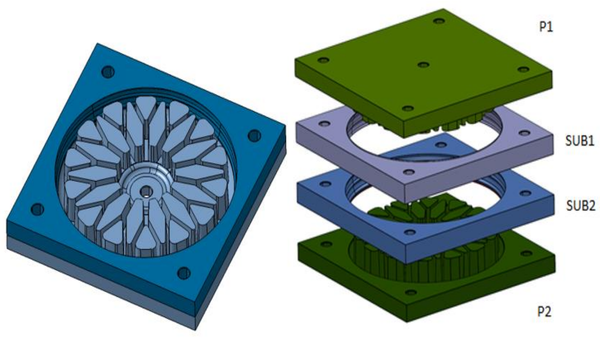


Figura 8 – Molde do protótipo (molde piloto)

Na figura 8 as placas P1 e P2 são as partes superior e inferior do molde e constitui metade da parte das aletas. E as placas SUB1 e SUB2 funcionam como um anel espaçador e constitui a metade da banda de rodagem do pneu. Na figura 9 apresenta o resultado da usinagem

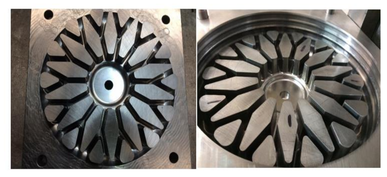


Figura 9 – Molde piloto usinado

2.5 Protótipo vulcanizado

O processo usado para construção do pneu Tweel foi o de vulcanização por compressão (figura 10), escolhido por ser o mais rápido e mais barato se referindo a construção do molde e porque também a empresa já possui uma prensa de compressão. A quantidade inicial de matéria-prima (borracha natural) usada foi de 3,8kg aproximadamente em uma temperatura final de 350 C°, e o tempo de vulcanização foi de 30 min. Após a vulcanização o protótipo foi rebarbado e conferido sua dureza e seu peso.



Figura 10 – Molde piloto usinado

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dureza medida no protótipo do pneu *Tweel* é 48-53 SHORE, considerado entre macia e média, porém foi constatado que será preciso aumentá-la para 70-75 SHORE. Em uma futura atualização do pneu será proposto a redução do peso alterando a largura do pneu de 96mm para 82mm e a redução de massa no cubo do pneu (parte central do pneu), acrescentando 7 cavidades na parte central, para que fique o mais leve possível, já que o peso passou da meta do projeto de 2,9kg, chegando a 3,5kg (figura11). Outra melhoria seria a aplicação de cargas conhecidas como negro de fumo, que destinam-se a melhorar as propriedades mecânicas e aumento de dureza (cargas reforçantes) e baixar o preço do composto (cargas de enchimento ou de diluição), sem alterar seu desempenho na sua estrutura e tentando manter os resultados do cálculo estrutural.

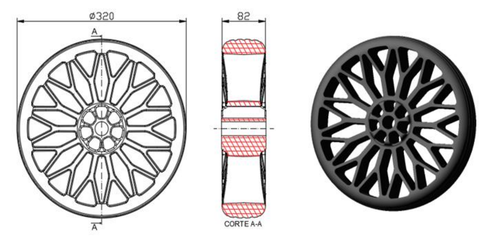


Figura 11 – Molde piloto usinado

5. REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRABRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16269:2014: ferramentas manuais**: carrinho de mão para construção civil. São Paulo: 2014.

[2] GOMES, Manuel Morato. **Borracha Natural**. ([s.d.]). Disponível em:<http://www. rubberpedia.com/ borrachas/ borracha-natural.php>. Acesso em 12 ago. 2017.

[3] LIRA, Cristiano. **Como funciona o Como funciona o pneu sem ar Tweel Tweel**. 2007. Disponível em: <http://cristianoolira.blogspot.com.br /2010/08/como-funciona-o-como-funciona-o-pneu.html>. Acesso em: 20, ago. 2017.

[4] VENTURA, Felipe. **Pneus sem ar da Michelin estão prestes a virar realidade**. 2014. Disponível em: <http://gizmodo.uol.com.br/pneu-michelin-fabrica/>. Acesso em: 14 ago. 2017.

[5] WIKIPEDIA. **Delcam**, Wikipedia, The Free Encyclopedia. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Delcam&oldid=827325215>. Acesso em: 07, out. 2017.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO
SENAI SÃO PAULO

PROFESSOR, O AGENTE DISRUPTIVO?

Este artigo tem como objetivo traçar um paralelo entre práticas didáticas e metodológicas utilizadas em sala de aula, face ás recentes mudanças ocorridas no cenário educacional, nos últimos anos, em consequência do uso das novas tecnologias. Pretende-se discorrer sobre a importância da Gestão da Tecnologia, como base e contribuição para as possíveis mudanças no comportamento dos indivíduos, decorrentes do cenário inovador e disruptivo que se apresenta na educação. Desse modo, espera-se trazer à discussão o papel do professor e os possíveis efeitos das novas tecnologias em sala de aula. Por último, propõe-se uma discussão objetiva sobre o comportamento, didática e técnicas de como o professor poderá lidar com o processo de aprendizagem na construção do conhecimento em sala de aula.

SILVA, Sandra Almeida

Faculdade SENAI de Tecnologia Gráfica

1 INTRODUÇÃO

O ensino superior tem enfrentado diversos desafios ao longo dos anos: evasão escolar, necessidade de administração por custos, qualidade de ensino, alunos cada vez mais distraídos em sala de aula, heterogeneidade e, por fim, um corpo docente motivado, atualizado e em busca da formação contínua. Porém percebe-se que a amplitude deste tema é muito mais do que somente o questionamento sobre técnicas, didáticas e metodologias no cenário educacional. É necessário questionar o papel do professor, como agente ativo, como elo elucidativo na construção do conhecimento e ponto de partida nas possíveis preocupações com que a educação deverá se ocupar nos próximos anos.

2 INOVAÇÃO & ENSINO A DISTÂNCIA (EAD)

No entanto as transformações surgidas nos últimos anos na educação, e em alguns casos “disruptivas” têm sido bastante discutidas nas esferas sociais e educacionais nos últimos anos, principalmente em mercados onde as oscilações são comuns, como o financeiro e o de negócios, o que poderia ser entendido como modismos ou tendências. Porém percebe-se que não é uma “onda passageira” trata-se de grandes e profundas mudanças na sociedade em todas as áreas de conhecimento, sem previsão de retrocesso. Desse modo, questiona-se sobre os desafios enfrentados pelos professores em seu dia-a-dia, nas salas de aula, diante de tal cenário. Se por um lado, todas essas mudanças devem ser consideradas pelo professor como fonte de enriquecimento da ação pedagógica, também é verdade que se precisa lançar mão de estratégias especiais para envolver a todos, para evitar que linguagem, metodologia e conteúdo se tornem inatingíveis para os mais jovens ou desinteressantes para os mais velho. Portanto encontra-se mais um desafio para o professor: lidar com a heterogeneidade em sala de aula.

Valente (2014) menciona que há desafios em quase toda extensão educacional do ensino básico ao superior e menciona também a incapacidade de o mercado educacional atender a grande demanda de alunos que querem ingressar no ensino superior, e por conseguinte, lamenta que o modelo de universidade que faz pesquisa, gera conhecimento e distribui este conhecimento para poucos, já não se sustenta mais numa sociedade em constante transformação, como a brasileira.

No entanto as transformações surgidas nos últimos anos na educação, e em alguns casos “disruptivas” têm sido bastante discutidas nas esferas sociais e educacionais nos últimos anos, principalmente em mercados onde as oscilações são comuns, como o financeiro e o de negócios, o que poderia ser entendido como modismos ou tendências. Porém percebe-se que não é uma “onda passageira” trata-se de grandes e profundas mudanças na sociedade em todas as áreas de conhecimento, sem previsão de retrocesso.

2.1 METODOLOGIAS ATIVAS

Horn (2015) menciona que o ensino híbrido é uma consequência das inovações tecnológicas atuais, e por sua vez, acredita ser uma continuidade desse fenômeno disruptivo no mundo. O ensino híbrido fornece a possibilidade de alterar a forma de como aprendemos através da formatação e estrutura da sala de aula, e que, portanto promove e facilita o processamento de informações com rapidez e acessibilidade, além de oferecer ao aluno a oportunidade de transformar o simples acesso à informação em conhecimento.

Segundo relatório “Guia da Sala de Aula Invertida” (2014) (Flipped Classroom Field Guide), a metodologia da sala de aula invertida propõe a inversão do modelo de ensino ao promover aulas menos expositivas e favorecer a participação do aluno e por conseguinte a produção. Nesse sentido, o professor atua como um agente em sala de aula ao proporcionar um engajamento dos alunos ao conteúdo abordado, atrelando de forma dinâmica seu conhecimento aliado ao tempo disponível.

Um bom exemplo de metodologias ativas é a proposta do SENAI (2013), que oferece o modelo de Metodologia SENAI de Educação Profissional ao estabelecer “Situações de Aprendizagem”, um conjunto de ações planejadas pedagogicamente, por meio da utilização de Estratégias de Aprendizagem Desafiadoras, situação-problema, estudo de casos, projeto e pesquisa aplicada, bem como, diferentes estratégias de ensino, exposição dialogada ou mediada, demonstração, estudo dirigido, visitas técnicas, entre outras. As Situações de Aprendizagem propiciam a oportunidade do aprender fazendo. A prática é o principal argumento e age de modo a mobilizar o aluno de forma afetiva e cognitiva. Portanto também fornece e favorece, tal qual as Metodologias Ativas, o processo dialógico na construção do conhecimento. E portanto acredita-se que o ponto de partida é o professor, como mediador, aquele que favorece e promove em parceria com o aluno o desenvolvimento de competências.

Lowman (2007) corrobora desta ideia ao conceber a inter-relação entre professor e aluno em uma sala de aula e enfatiza que é possível reforçar a aprendizagem pela discussão em classe e que palestrantes dinâmicos cativam pela virtuosidade de seus desempenhos pessoais e que, portanto atinge a plateia/alunos pela motivação. A discussão propõe automaticamente que se estabeleça uma relação professor-aluno e em consequência o processo intelectual ativo acontece e quando bem conduzido promoverá o pensamento independente.

Neste ponto, pode-se fazer uma alusão ao comportamento “Socratiano”: É sabido que os pensamentos de Sócrates são conhecidos através e somente pelos escritos de seu discípulo Platão.

Alguns historiadores afirmam que só se pode falar de Sócrates lendo Platão, pois não há evidência de que Sócrates tenha, ele mesmo, publicado alguma obra. A Maiêutica defendida por Sócrates, definida como “Parto das Ideias” era basicamente proposta em duas circunstâncias: primeira, em que os interlocutores colocavam suas concepções acerca de um assunto e, em segundo, quando, eram conduzidos a uma nova perspectiva acerca do tema mediante os questionamentos, segundo o pensamento “socratiano”, assim “pariam-se” novas ideias.

3 PROFESSOR EXEMPLAR

O professor, nos dias de hoje, tem sofrido ao longo dos tempos, diversos desafios em relação a sua posição. Este enquanto agente que deve promover a aprendizagem, fomentar o conhecimento e por fim desenvolver habilidades e capacidades em seus alunos está em ebulição.

O professor ao propor transformações é transformado diante de ambientes cada vez mais heterogêneos, diverso, transformador e tecnológico. Este deve procurar atuar como um agente disruptivo em busca do processo de aprendizagem de mão dupla contínua e relevante em sala de aula.

A busca pelo professor exemplar é possivelmente um conjunto de múltiplas habilidades humanas a serem desenvolvidas em meio à confusão dos diversos papéis que se configuram na profissão do professor. Portanto, as discussões em sala de aula propostas pelo professor ao modelo “Socratiano” ou na utilização de preleções elaboradas em sala de aula, ou ainda, a utilização de novas metodologias ativas podem tornar o professor um agente disruptivo em sala de aula.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo procurou discorrer sobre as características essenciais para o “O professor exemplar” face as mudanças ocorridas na educação nos últimos anos. Acredita-se que tal professor está em período de gestação. Há sem dúvida muitos aspectos a serem discutidos antes de se definir o que é ser exemplar em sala de aula. As constantes transformações, principalmente tecnológicas, fizeram da educação um desafio diante das inovações disruptivas para todos os atores, ou seja, escolas, alunos e professores.

Como resultado, as novas tecnologias associadas às metodologias ativas propõem que o professor rompa com as didáticas tradicionais que pregam apenas a transmissão de informações sem estabelecer uma relação de mão dupla em sala de aula. A reciprocidade entre aluno e professor é a base para a construção do conhecimento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. Censo EAD.BR: Relatório Analítico da Aprendizagem á distância no Brasil. 2016.

CHRISTENSEN, C. O dilema da inovação. São Paulo: Makron Books, 2001.

CHRISTENSEN, C., HORN, M.B., JOHNSON, C.W., Disrupting Class: How Disruptive Innovation Will Change the Way the World Learns. Christensen Institute. 2010. Disponível em: <https://www.christenseninstitute.org/publications/disrupting-class/ >. Acesso em 24. Jun. 2018.

CHRISTENSEN, C.; HORN, M. & STAKER, Aprendizagem híbrida: uma Inovação Disruptiva? uma introdução à teoria dos híbridos. Disponível em: <http://docplayer. com.br/49826-Ensino-hibrido-uma-inovacao-disruptiva.html>. Acesso em: 12 jun. 2018.

HORN, Michel B.; STAKER, Hearther. Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação. Porto Alegre: Penso. 2015.

LOWMAN, J. Dominando as Técnicas de Ensino. São Paulo: Atlas, 2007.

MACHADO, N. J. Imagens do conhecimento e ação docente no Ensino Superior. Cadernos de Pedagogia Universitária, n.5, junho, 2008.

MACRO. Kenneth L. Printing on the Starship Enterprise: The Future of Graphic Communication Education in the USA. International Circular of Graphic Education and Research, No. 7, 2014. Disponível em: < // https://kenmacro.weebly.com/publications.html>. Acesso em: 24. Jun. 2018.

PLATÃO. A república de Platão. Obras I. 2. ed. Organização e tradução de Jacó Guinsburg, notas de Daniel Rossi Nunes Lopes. São Paulo: Perspectiva, 2014.

SENAI. Departamento Nacional. Metodologia SENAI de educação profissional. / SENAI. Departamento Nacional. – Brasília: SENAI/DN, 2013.

VALENTE, José Armando. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. Educ. rev., Curitiba, n. spe4, p. 79-97, 2014 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602014000800079&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27. jun. 2018.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO
SENAI SÃO PAULO

PROJETO E ANÁLISE POR MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE UM DISPOSITIVO PARA EXTRAÇÃO DE ACESSÓRIOS INTERNOS EM TUBOS

O intuito desse artigo é apresentar um novo dispositivo para minimizar os efeitos nocivos de trabalhos braçais na saúde dos trabalhadores e colaboradores em uma aplicação de retirada de acessórios internos de tubos. Os métodos utilizados para tal foram baseados em literaturas quanto aos esforços físicos. Apresenta uma solução quanto a um problema específico para eliminação desses efeitos, utilizando técnicas de projetos mecânicos e a utilização do software CATIA V5 R20 para o modelamento da solução apresentada. Projetou-se três dispositivos e escolheu-se um que permitiu a possibilidade de movimentação dos elementos mecânicos. Foi elaborado também o cálculo de elementos finitos para definir as estruturas do equipamento elaborado.

FARIAS, Dirceu Antonio de
PASCHOALINOTO, Nelson W.

Faculdade de Tecnologia SENAI "Armando de Arruda Pereira"

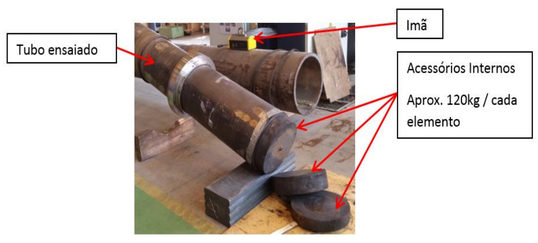
1 INTRODUÇÃO

Existem muitos estudos a respeito do ser humano exposto aos problemas de excesso de esforço físico bem como aos efeitos de exposição aos sons e ruídos. Pode-se comparar grosseiramente o corpo humano a uma máquina que funciona como um equipamento mecânico, sendo que são necessários vários dados de entradas, como por exemplo, informações visuais, normas, avisos sonoros e tantos outros para que se possa executar qualquer tarefa. As lesões causadas por esforços repetitivos ou por excesso de solicitação de esforços físicos é designada por Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e causam danos muitas vezes irreversíveis nos músculos, tendões, revestimentos das articulações, vasos sanguíneos e nervos e para o caso estudado nos membros superiores, pescoço e ombros.

1.1 Justificativa

Baseando-se em um trabalho real, otimizações em dispositivos foram pensadas no intuito de melhorar as condições de trabalho. Algumas breves considerações foram feitas em função destes estudos para que fosse possível conscientizar dos efeitos dos problemas e desenvolver um mecanismo para que o operador tenha a máxima proteção neste tipo de atividade. Em um local de trabalho, dentro das funções absorvidas no processo operacional do departamento, a remoção dos acessórios internos dos tubos é passível de estudos. A figura 1 ilustra a temática envolvida.

Figura 1- Tubos e acessórios.



Fonte: Laboratório de Pesquisas Rio de Janeiro – Ilha do Fundão. Foto do autor.

1.2 Objetivo

O estudo em questão trata de uma melhoria de um processo de extração de acessórios internos em aço em tubos. Prover facilidade e meios para melhor atuação do operador em realizar seu trabalho sem danos à saúde física e/ou mental é fundamental para favorecimento e eliminação das tarefas manuais. Atualmente o processo demanda riscos à saúde. Para isso foi pensado em alternativas para reduzir estes respectivos riscos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A postura é como o corpo se posiciona no espaço e dependendo da atividade exercida ocupará outras posições; ou seja, o corpo modifica-se várias vezes de posição. A postura e movimento estão totalmente associados. Se surge fadiga ou desconforto devido à contração muscular, pressão articular ou qualquer outro sintoma, uma nova posição no espaço é solicitada pelo próprio corpo [1]. Essas doenças causam uma série de diferentes sintomas sendo alguns deles a fadiga muscular, a sensação de formigamento nos membros ou parte do pescoço (dor parestesia), a sensação de peso em algum membro, mal estar; processo inflamatório nas juntas e articulações e contraturas musculares [2].

3 CASO IDENTIFICADO

Atualmente a remoção dos acessórios internos dos tubos é um problema resolvido por um trabalhador que utilizando uma marreta de 15 kg, aplica várias batidas no tubo previamente inclinado para que os acessórios internos, que variam de 85 a 165 kg cada, se desloquem até a extremidade do tubo para serem içados por meio de ponte rolante.

No caso em estudo o movimento que o operador faz ao executar o seu trabalho é um movimento contínuo, pois existe uma realimentação visual da operação executada, isto é, conforme o objeto interno vai se deslocando para a extremidade do tubo aumenta-se ou reduz-se a força de aplicação na marreta até a visualização do objeto interno saindo do tubo.

Na atividade se constata: esforços físicos em excesso, ruídos em excesso devido às batidas no tubo (que se torna um amplificador sonoro), risco de acidentes, podendo ocasionar lesões leve e até mesmo muito grave.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o caso apresentado, a que se refere este artigo, foram indicadas 3 premissas:

a) operador sem contato com os acessórios internos;

b) sistema de transmissão por motores elétricos, correntes e rodas dentadas;

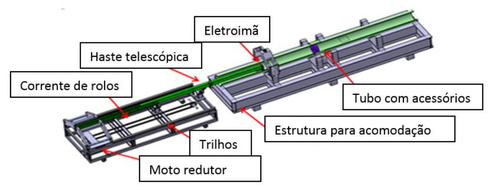
c) limitação física quanto ao layout do departamento.

Foram apresentadas três (3) alternativas para a solução do problema encontrado na área onde se faz a desmontagem dos acessórios internos dos tubos.

4.1 Alternativa 1

Como primeira alternativa foi desenvolvida uma base (estrutura para acomodação) no qual é fixado o tubo com os acessórios internos, uma haste telescópica com um eletroímã anexado a sua extremidade e este conjunto acoplado a um sistema de trilhos para deslocamento horizontal e movido por meio de corrente de rolos acionada por moto redutor. A figura 2 ilustra o processo.

Figura 2- Dispositivo para extração de acessórios internos

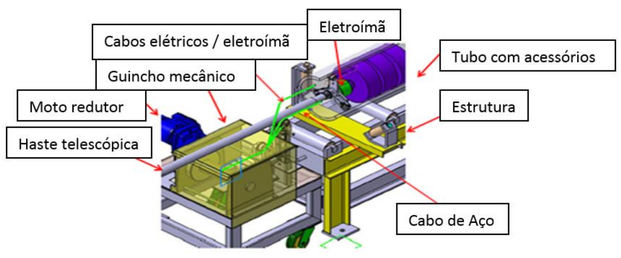


Fonte: Dados do Autor

4.2 Alternativa 2

Como alternativa dois foi projetada uma base (estrutura para acomodação) no qual é fixado o tubo com os acessórios internos, uma haste telescópica com um eletroímã anexado a sua extremidade, porém movida pela força do próprio operador sendo que a haste é posicionada em cima de roletes para facilitar a movimentação da mesma. Após posicionamento do eletroímã no acessório, o eletroímã é ligado e a haste desconectada do eletroímã que por sua vez está conectada a um guincho movido por moto redutor por meio de cabo de aço para que seja feito o arraste do acessório. A figura 3 ilustra a alternativa.

Figura 3- Dispositivo para extração de acessórios internos.

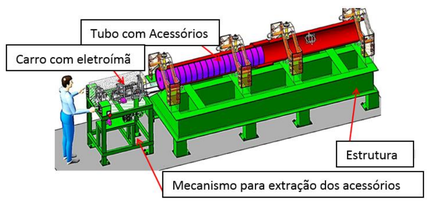


Fonte: Dados do Autor

4.3 Alternativa 3

A alternativa 3 trata-se de uma base (estrutura de apoio) no qual é fixado o tubo com os acessórios internos, um carro movido por motor elétrico somente para avanço com um eletroímã anexado a sua extremidade. Após o posicionamento do eletroímã no acessório, o eletroímã é ligado e o carro tem o seu motor desligado e volta ao ponto de origem arrastado pelo moto redutor. Quando o carro chega ao ponto de origem o eletroímã é desligado e o acessório é içado por meio de uma ponte rolante ou mesmo um guincho tipo girafa. A figura 4 ilustra a alternativa.

Figura 4- Dispositivo para extração de acessórios internos.



Fonte: Dados do autor.

5 RESULTADOS

A partir de reuniões com os usuários, com o engenheiro responsável pela área, engenharia de segurança, engenharia de produção entre outros definiu-se que para a solução do problema:

a) o equipamento opção 1 não pôde ser implementado em função do espaço físico na área em que devia ser utilizado;

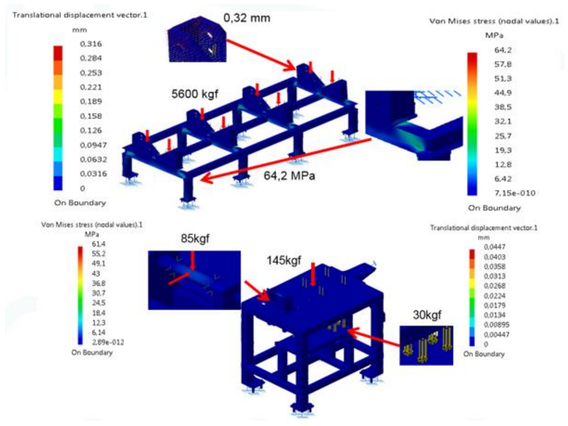
b) o equipamento opção 2 não pôde ser implementado em função do contato direto dos operadores com a haste podendo ocasionar algum incidente/acidente ou desgaste físico além do normal;

c) o equipamento opção 3 foi aprovado pois o mesmo cobre as premissas mencionadas quanto a segurança, ergonomia.

5.1 Cálculos estruturais

O material utilizado para as estruturas e demais componentes com exceção dos pinos posicionadores, eixos e conjuntos de travamento foi o aço estrutural ASTM A-36. A estrutura de apoio foi estudada por meio de análise *Finite Element Method* (FEM). Este estudo foi efetuado para um diâmetro de 16" e 22". A figura 5 superior ilustra um cálculo da estrutura de apoio e a inferior ilustra a análise para o mecanismo de extração.

Figura 5 – Resultados das análises MEF.



Fonte: Dados do autor.

O quadro 1 mostra o resultado geral para as análises FEM.

Quadro 1 – Resultado geral das análises FEM.

Análise	Força(kgf)	SIZE	SAG	Von Mises	Deslocamento	Erro Global
Estrutura 16"	5627,9	62,5	10	64,2	0,31	13%
Estrutura 22"	8170	62,5	10	97,8	0,46	10%
Mecanismo de extração 16"	30	17,6	2,8	61,37	0,04	21%
	145					
	85					
Mecanismo de extração 22"	30	17,6	2,8	130,7	0,08	20,5%
	200					
	200					

Fonte: Dados do autor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho permitiu três possíveis soluções para evitar riscos de saúde e acidentes ao operador. A alternativa escolhida isola o operador do contato manual com as respectivas peças, minimizando os efeitos nocivos à saúde e acidentes de trabalho. A solução apontada permite um trabalho com a carga máxima de 8170 kgf e tensão máxima de 131 MPa que corresponde a 52% do limite de escoamento do material (250MPa).

REFERÊNCIAS

[1] SMITH, L. K.; WEISS, E. L.; LEHMKUHL, L. D. **Cinesiologia**: Clínica de Brunnstrom. 5. ed. São Paulo: Manole, 1997.

[2] NOVAES, Antonio Carlos. **LER/DORT uma visão geral**. [s.d.]. Disponíve em: https://www.lerdort.com.br/editorial/81/conceitos-gerais/ler-dort-uma-visao-geral. Acesso em: 20 out. 2016.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO
SENAI SÃO PAULO

REACTIVE BLUE 21
ESTUDO SOBRE O GRAU DE EXAUSTÃO EM PROCESSO DESCONTÍNUO DE TINGIMENTO DE ALGODÃO

Estudou-se o comportamento tintorial do corante Reactive Blue 21 (RB21) sobre tecido plano de algodão, por processo "*All-in*", com intuito de determinar o grau de exaustão (% E). Verificou-se que, de uma concentração inicial de RB21 igual a 1,00 g L^{-1} utilizados para o tingimento de um quilograma de substrato, apenas 0,5512 g reagem com a fibra sendo o restante, a quantia de 0,4488 g, descartado no efluente final, representando um valor de % E igual a 55,12 %. O resultado obtido demonstra que pesquisas sobre aumento de rendimento em processos de tingimento são fundamentais objetivando-se diminuir a absorciometria de efluentes de tingimentos efetuados com essa classe de corante.

OLIVEIRA, Renan Santos; SILVA, Rebeca Soares
ROSA, Jorge Marcos

Faculdade de Tecnologia SENAI "Antoine Skaf"

1. INTRODUÇÃO

1.1. Justificativa

Mais de 50% do algodão é tingido com corantes reativos. Têm-se uma estimativa de que aproximadamente entre 10 e 60% dos corantes reativos são perdidos nos processos de tingi-mento, gerando efluentes com altos índices de absorciometria podendo afetar meios aquáticos impedindo a penetração da luz e inibindo processos de fotossíntese da flora aquática. Pelo fato deste tipo de corante reagir não só com o substrato bem como com a água, acabam sendo um dos principais constituintes dos efluentes das tinturarias [1-3].

1.2. Objetivo

O principal objetivo deste estudo foi verificar o grau de exaustão do *Reactive Blue* 21 (RB21) em tecido de algodão 100%, aplicado através de processo de tingimento por processo descontínuo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O setor têxtil é um dos setores mais importante na economia brasileira, que impulsionou muitas outras indústrias e foi o grande motor da revolução industrial no Brasil e emprega atualmente 1,7 milhões de pessoas de forma direta. Juntamente com o setor da moda, reúne diferentes características, dificilmente encontradas em outros setores. Mistura arte, negócios, artesanato, alta tecnologia química, física, sociologia e história, faturando cerca de R$ 100 bilhões/ano através de mais de 30 mil empresas, formando a maior cadeia integrada do setor no ocidente [4,5].

Uma grande variedade de fibras é utilizada neste setor industrial. Entretanto, somente um grupo é usado na fabricação de têxteis para o vestuário, quer seja na fabricação de tecidos para lingerie, praia ou quaisquer outros segmentos da indústria da moda. Estudos realizados por Prado [6-8] descrevem o algodão como sendo a fibra mais consumida pelo setor de vestuário no período 2004/14. Os dados sobre a fibra no período de 2004 até 2014, em toneladas, encontram-se dispostos no Gráfico 1, sendo comparados com os dados da fibra de poliéster, segunda fibra mais consumida no país.

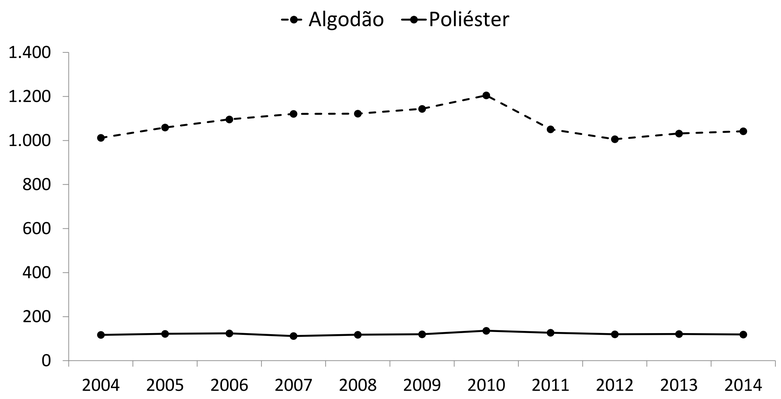


Gráfico 1 – Algodão no período 2004/2014.

2.1. Corantes reativos

São divididos em duas grandes classes, a dos Vinilsulfônicos (VS) que reagem por adição nucleofílica e a dos Halogenoheterocíclicos (HHC), que reagem por substituição nucleofílica [9,10].

O corante estudado foi o C. I. Reactive Blue 21 (RB21), de massa igual a 1079 g/mol, nº CAS 12236-86-1, homofuncional, grupo reativo do tipo VS e grupo cromóforo do tipo ftalocianina (Figura 1). É utilizado em cores com tonalidades de verde água, verde bandeira, além de diversas tonalidades de turquesa.

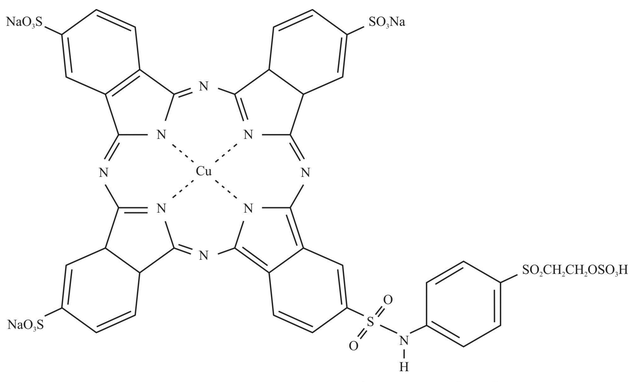


Figura 1 – Estrutura do RB21 [11].

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Reagentes

Peróxido de hidrogênio 50%, hidróxido de sódio 98%, metassilicato de sódio 98%, ácido sulfúrico 98%, catalase, detergente não-iônico e sequestrante para preparação dos tecidos; cloreto de sódio (NaCl), hidróxido de sódio 50 ºBé (NaOH), carbonato de sódio (Na_2CO_3) e RB21 para os tingimentos.

3.2. Equipamentos

Balança analítica Gehaka A1200; Pipetas Eppendorf; Espectrofotômetro Konica-Minolta CM-3600d; HT Mathis Alt-1; Estufa e pHmetro (Quimis).

3.3. Susbtrato

Tecido de algodão 100%, gramatura de 150 g m^{-2}, densidade linear igual a 28 fios cm^{-1} no urdume e 22 batidas cm^{-1} na trama, fio de título 28/1 em ambos.

3.4. Procedimentos

A preparação do substrato foi executada de acordo com processo descrito em Ferreira et al [12]. O tingimento foi efetuado com 1,0 % de RB21 sobre a massa do substrato (sms), em relação de banho de dez litros de banho para cada quilograma de substrato (RB 1:10), conforme procedimento (Figura 2) proposto pelo fornecedor do corante (Golden Tecnologia). As quantidades de químicos auxiliares recomendados para o processo foram de 50,0 g L^{-1} para o NaCl; 7,0 g L^{-1} para o Na_2CO_3 e 2,0 mL L^{-1} para o NaOH 50 ºBé. Os pontos no gráfico representam as etapas de retirada das alíquotas do banho, avaliando-se a absorvância (Abs) através de espectrofotometria sob iluminante D_{65}, 10º (Konica-Minolta CM 3600-d).

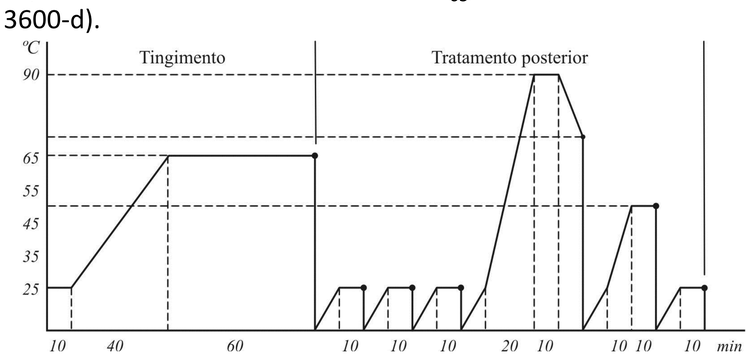


Figura 2 – Procedimento de tingimento.

3.5. Modelagem

Para poder determinar a quantidade de RB21 presente durante o processo, criou-se uma curva de calibração partindo-se da concentração teórica de RB21 contida inicio do processo, diluindo-se em alíquotas de 10% até atingir-se a concentração de RB21 teórica presente no final do processo. A partir da Equação 1 de regressão quadrática (R^2) igual 0,997.

$$[RB21] = (Abs - 0{,}133) \cdot (4{,}106)^{-1} \quad \text{(Eq. 1)}$$

O processo de tingimento possui sete etapas (Figura 2), sendo a primeira o tingimento e as demais o tratamento posterior, sendo que todas elas podem apresentar residual de corante. Adotando-se cada amostra coletada como sendo uma derivada "f(x)/x", nesse estudo "Abs/[RB21]" (Equação 1), calculou-se a $[RB21]_f$ no efluente final através da Equação 2. O grau de exaustão (% E) foi calculado através da Equação 3.

$$\frac{\partial Abs_f}{\partial [RB21]_f} = \int_{\partial_7}^{\partial_1} \frac{\partial Abs_n}{\partial [RB21]_n} \quad \text{(Eq. 2)}$$

$$\%\,E = \left\{1 - \left[\int_{\partial_7}^{\partial_1} \frac{\partial Abs_n}{\partial [RB21]_n} \cdot ([RB21]_0)^{-1}\right]\right\} \cdot 100 \quad \text{(Eq. 3)}$$

4. RESULTADOS

Os valores de Abs dos sete banhos, obtidos por leitura espectrofotométrica, estão descritos na Tabela 1. Aplicando-se a Equação 1, determinou-se a concentração em g L^{-1} de corante presente em cada um dos banhos coletados. 7.

f(x); x	Final	Lavagem 1	Lavagem 2	Lavagem 3	Lavagem 4	Lavagem 5	Lavagem 6
Abs	0,6725	0,4720	0,1162	0,2684	0,6049	0,3342	0,1725
[RB21]	0,1360	0,0872	0,0005	0,0376	0,1196	0,0536	0,0142

Integrando-se os valores de [RB21] através da Equação 2, obteve-se uma $[RB21]_f$ igual a 0,4488 g L^{-1}, presente no efluente final.

Aplicando-se a Equação 3, obteve-se um valor de % E igual a 55,12 %, ou seja, de cada 1,00 g L^{-1} de RB21 utilizados para o tingimento de um quilograma de substrato, apenas 0,5512 g L^{-1} reagem com o substrato, sendo o restante descartado para o efluente.

4. CONCLUSÃO

Observou-se que boa parte do RB21 utilizado não reagiu com o substrato. Para cada quilograma de substrato tingido, mais de 50 % de corante é descartado no efluente. Outros corantes reativos também têm sido estudados em suas % E. Em seu estudo, Santos [13] obteve valores de % E iguais a 60,52 % para o Reactive Yellow 160 (RY160) e 64,45 % para o Reactive Red 145 (RR145). Bezerra et al [14] obtiveram valor de 63,54 em outro estudo para o Reactive Blue 222 (RB222).

Neste estudo, o tingimento foi efetuado por um processo denominado "All-in", que significa a adição de todos os insumos químicos no início do processo. Constatou-se que de uma concentração inicial de 1,00 g L^{-1} de RB21 utilizados para o tingimento de um quilograma de substrato, apenas 0,5512 g reagem com o substrato, sendo o restante descartado para o efluente.

Os resultados obtidos demonstram que pesquisas em otimização de processos são fundamentais, tais como adição escalonada de reagentes, estudos sobre tempo e temperatura, dentre outros, visando obter maiores valores de % E, obtendo-se diminuição dos custos fixos e também menores cargas absorciométricas nos efluentes descartados.

O estudo foi efetuado baseando-se somente em um corante reativo vinilsulfônico, de grupo cromóforo do tipo ftalocianina e indicado pelo fabricante para tonalidades específicas. Isto sugere que pesquisas também sejam efetuadas com demais corantes reativos, dentre outras classes de corantes.

Referências

[1] FANG, L.; ZHANG, X.; SUN, D. Chemical modification of cotton fabrics for improving utilization of reactive dyes. ***Carbohydrate Polymers*** *91, pp. 363-369, 2013.*
[2] VIDART, J. M. M.: Simulação da difusão de corantes reativos em fibras de algodão. **Dissertação**, FEQ-UNICAMP, Campinas, 2013.
[3] ROSA, J. M.; TAMBOURGI, E. B.; SANTANA, J. C. C.; ARAUJO, M. C.; MING, W. C.; TRINDADE, N. B.: Development of colors with sustainability: a comparative study between dyeing of cotton with reactive and vat dyestuffs. ***Textile Research Journal*** *84(10), p.1009–1017, 2014.*
[4] CERRÓN, L. M.; ROMERO-SUÁREZ, D.; VERA, N.; LUDEÑA, Y.; VILLENA, G. K.; GUTIÉRREZ-CORREA, M.: Decolorization of Textile Reactive Dyes and Effluents by Biofilms of Trametes polyzona LMB-TM5 and Ceriporia sp. LMB-TM1 Isolated from the Peruvian Rainforest. ***Water, Air & Soil Pollution*** *226(8), pp. 226-235, 2015.*
[5] MENDONÇA, J. E. B.; BARROS, A. A. C.; TAMBOURGI, E. B.; SANTANA, J. C. C.; ROSA, J. M.: Estudo sobre variações de tonalidade em peças confeccionadas de algodão tingidas com corantes reativos. **Química Têxtil** 121, pp. 46-58, 2016.
[6] PRADO, M. V.: Brasil Têxtil - Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira. Instituto de Estudos e Marketing Industrial LTDA - **IEMI**, 2007
[7] PRADO, M. V.: Brasil Têxtil - Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira. Instituto de Estudos e Marketing Industrial LTDA - **IEMI**, 2011
[8] PRADO, M. V.: Brasil Têxtil - Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira. Instituto de Estudos e Marketing Industrial LTDA - **IEMI**, 2015
[9] ROSA, J. M.: Efluentes no beneficiamento têxtil: reutilização do efluente tratado via fotocatálise homogênea UV/H_2O_2 no tingimento de tecidos 100% algodão. **Tese**. Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.
[10] GOMES MELO, C.; SOUZA, R. C.; ROSA, J. M.: Colorimetria: O banco de dados em tinturarias. **Química Têxtil** 95, pp. 36-47, 2009.
[11] ZOLLINGER, Z.: ***Color Chemistry: Syntheses, Properties and Applications on Organic Dyes and Pigments****. 2nd Edition, New York, VCH Publishers, Inc, 496 p., 1991.*
[12] FERREIRA; M. G. G., COSTA; R. M., BEZERRA, R. N.; SOUZA, S. A.; NUNES, S. D. P.; FILETI, A. M. F.; ROSA, J. M.: Estamparia Digital – Parte I: Estudo Comparativo entre Processos de Desengomagens Enzimática e Oxidativa em Tecidos Planos de algodão 100%. **Química Têxtil** 119, pp. 44-53, 2015.
[13] SANTOS, G. O. F.: Avaliação do tratamento de efluentes do banho de tingimento de indústria têxtil por fungos basidiomicetos em biorreatores. **Tese**. Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, USP, 2016.
[14] BEZERRA, R. N.; ARAÚJO, M. C.; ROSA, J. M.: Comportamento tintorial do C.I. Reactive Blue 222 no tingimento de algodão por processo de batelada. **Anais**. 5º ENPModa - Encontro Nacional de Pesquisa em Moda. Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, 2015.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO
SENAI SÃO PAULO

SISTEMA AUTOMATIZADO DE PRONTUÁRIO ELETRÔNICO DO PACIENTE

APLICATIVO MÓVEL PARA AGILIZAR O ATENDIMENTO EM HOSPITAIS

A demora para cadastro da ficha de um paciente em hospitais e a falta de liberdade de poder aguardar sua chamada sem precisar ficar na frente de um painel eletrônico, são situações que podem ser melhoradas com a ajuda da tecnologia. Um aplicativo com acesso a banco de dados, que coleta as informações do paciente, e as envia para o sistema do hospital é uma alternativa para essa situação, tendo como intuito saber qual a próxima senha e guichê estarão disponíveis, e fazendo este controle via *Smartphone*. Este trabalho tem como finalidade desenvolver um aplicativo para agilizar e facilitar o processo para abertura de ficha médica do paciente em hospitais. Com os testes realizados via *desktop* simulando o ambiente de atendimento em um hospital, foi possível concluir que o método é eficaz além de ser mais confortável para o paciente e prático para o funcionamento do setor de recepção hospitalar.

Xavier, Fernanda Leite Marques
Bruno, Daniel Otávio Tambasco
Bernatavicius, Sérgio Tadeu
Cruz, Flávio

Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica Industrial

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

O tempo gasto no sistema de atendimento no setor de emergência em um hospital pode gerar um transtorno para o paciente. Isto ocorre devido a longas filas para serem feitas as fichas de entrada para este serviço. Com a ajuda da tecnologia, que nos permite certas comodidades e facilidades, esse processo pode ser executado de uma maneira mais prática e com menor tempo de espera, evitando aborrecimentos no processo.

1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é criar um sistema informatizado para ser utilizado tanto em *desktops* para os funcionários do hospital quanto a dispositivos móveis (pacientes), através de um aplicativo de celular. Este aplicativo tem com finalidade agilizar esse processo, permitindo ao usuário fazer um *login* em um sistema, onde serão armazenadas todas as informações necessárias para dar entrada à emergência de um hospital, sem precisar enfrentar filas de espera para gerar sua senha para atendimento, e repetir essa ação toda vez que precisar de um atendimento médico.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Banco de dados

O SGBD, é necessário para armazenar as informações importantes e possibilitar uma pesquisa por parte do usuário de cada membro existente para o funcionamento do aplicativo (DATE, 2003).

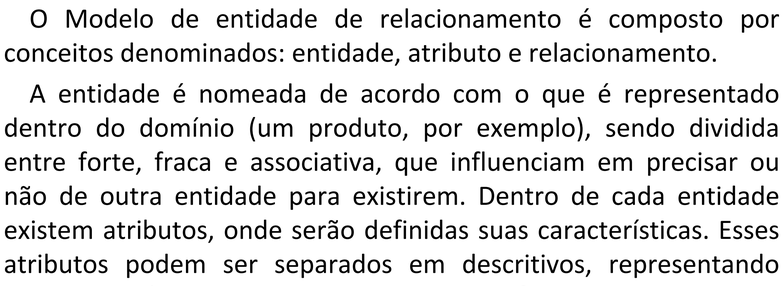
2.1.1 Modelo de Entidade de Relacionamento (MER)

O Modelo de entidade de relacionamento é composto por conceitos denominados: entidade, atributo e relacionamento.

A entidade é nomeada de acordo com o que é representado dentro do domínio (um produto, por exemplo), sendo dividida entre forte, fraca e associativa, que influenciam em precisar ou não de outra entidade para existirem. Dentro de cada entidade existem atributos, onde serão definidas suas características. Esses atributos podem ser separados em descritivos, representando itens completos como nome, cor e formas; nominativos, descrevendo e identificando um objeto com o que está relacionado a ele, como por exemplo uma matrícula escolar com um respectivo aluno; e também se caracterizam como referenciais, não obrigando ter uma relação direta com a entidade, mas sem perder algum tipo de relação (RODRIGUES, 2016).

O relacionamento dá-se conforme a necessidade de as entidades serem definidas para se interligarem. Existem três formas para concretizar o relacionamento: 1..1 (um para um), que tem ligação em apenas entre dois pontos, como por exemplo apenas uma pessoa pode ser portadora de um determinado número de RG. O 1..n (um para muitos), onde uma das entidades está relacionada a várias outras, mas essas outras entidades poderão apenas estarem ligadas a uma, como por exemplo uma mãe pode ter vários filhos, mas os filhos só poderão ter uma mãe. Já o relacionamento n..n (muitos para muitos), as entidades podem ter relações múltiplas entre elas, como em uma confeitaria, onde um bolo pode ser feito por vários confeiteiros, e vários confeiteiros podem fazer diferentes sabores de bolo (HEUSER, 2009).

Figura 1 – MER do sistema proposto.



Fonte: Elaborado pela autora.

2.2 Linguagem SQL

Structured Query Language (SQL) teve origem em meados dos anos 70. Sendo uma linguagem de consulta estruturada, ela possibilita o relacionamento com o sistema de gerenciamento de banco de dados, e atua em trabalhos que contenham a necessidade de armazenamento de dados de usuários e consultas de informações, por exemplo (ALVES, 2013).

2.3 *Open Database Connectivity*

De acordo com Milener (2017) o *Open Database Connectivity* (ODBC) é um *driver* de conectividade para banco de dados abertos que pode ser adicionado a um SGBD, contendo uma biblioteca que proporciona a utilização de qualquer linguagem, podendo ser escrita em Delphi, Visual Basic, C++, e outras disponíveis para programação. O ODBC permite a importação de dados de uma aplicação feita em SQL, como neste projeto.

2.4 Rede Wi-Fi

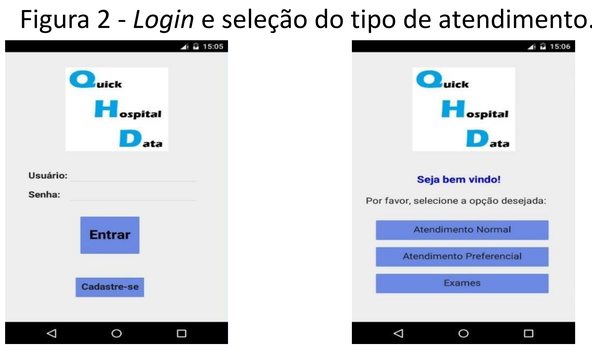
Neste projeto a comunicação do aplicativo com o servidor do hospital para obter acesso ao banco de dados com as informações para escolha do guichê, consultório médico a ser dirigido e abertura do prontuário de entrada será por meio de Wi-Fi, abreviação de *Wireless Fidelity*, que permite a transmissão de dados sem fio. Fundamentada no padrão IEEE 802.11 que determina as regras para aplicação das redes Wi-Fi e permite suas criações (ALECRIM, 2013).

O aplicativo funcionará apenas se for conectado à rede Wi-Fi do hospital, para evitar solicitações de atendimento de usuários que não estão presentes no ambiente da emergência. Além disso, o sistema também irá validar as coordenadas do dispositivo com aquelas obtidas por *Global Positioning System* - Sistema de Posicionamento Global (GPS), para auxiliar na sua utilização apenas na região do hospital.

2.5 Aplicativo

O aplicativo foi desenvolvido no RAD Studio C++ Builder 10 Seatle, dando a opção de a pessoa acessar o sistema com seu nome de usuário e senha, onde estarão salvos os dados pessoais do paciente que serão necessários para dar abertura ao prontuário de entrada no hospital, como mostrado na figura a seguir.

Figura 2 - *Login* e seleção do tipo de atendimento.



Fonte: Elaborado pela autora.

Em seguida, como mostra a Figura 3, o paciente poderá escolher a opção de atendimento desejado para gerar uma senha, que será mostrada numa próxima tela para ser acompanhado até o momento de ser avisado qual guichê deve-se dirigir, e posteriormente saber o consultório que ocorrerá o atendimento.

No guichê da recepção terá uma pessoa responsável por conferir os dados do paciente na sua ficha de entrada, que deverá ser impressa. Dado conhecimento dos itens e os mesmos sendo confirmados, será necessário que o usuário assine o documento a fim de identificar, registrar, e comprovar que são verdadeiras as informações para serem arquivadas no sistema do hospital. Esses arquivos estarão disponíveis para toda equipe médica e administrativa do hospital, caso haja necessidade.

Figura 3 - Sequência de telas para atendimento.



Fonte: Elaborado pela autora.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Metodologia

O projeto terá funcionalidade após o usuário instalar o aplicativo em seu celular. Em seguida deverá criar uma conta no aplicativo com seu e-mail e senha para entrar no sistema. Posteriormente, será necessário preencher um cadastro com as informações pessoais e algumas questões relacionadas a saúde para o hospital ter acesso no momento de gerar a ficha de cadastro. Após estar cadastrado, é preciso estar no hospital para conectar-se ao Wi-Fi da unidade em questão para conseguir solicitar um tipo de atendimento. Esta regra, visa garantir que pacientes não tentem iniciar um atendimento a partir de outras localidades que não o hospital.

Selecionado o modo de emergência a ser utilizado, deverá aguardar o número de senha a ser processado pelo sistema do hospital, que recebeu as informações que são indispensáveis para abertura de um atendimento. Essa senha irá aparecer no aplicativo e em um painel eletrônico para pessoas que não têm acesso a *smartphones* possam ser atendidas da mesma forma. O painel receberá a informação através de um *hardware* via Radiofrequência. Depois da senha aparecer na tela, é o momento de aguardar pela disponibilidade de um guichê, que também será avisado pelo aplicativo. O diagrama da Figura 4 mostra o processo a ser seguido.

Figura 4 – Sequência de passos para usar o aplicativo.



Fonte: Elaborado pela autora.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação ao banco de dados foi possível concluir o cadastro de usuários do aplicativo, solicitação de atendimentos, registros internos de relação de entidade entre pacientes, especialidades, data da consulta, médico que executou o serviço e informações salvas dos pacientes acessíveis no banco.

A liberdade que o usuário ganha em poder ir ao banheiro, lanchonete do hospital, ou aguardar seu atendimento sem a necessidade de ficar obrigatoriamente na frente do painel eletrônico é benéfico para conforto do paciente, e rápido por seus dados já estarem prontos e serem gerados automaticamente na solicitação do serviço.

Como projetos futuros pretende-se implantar e avaliar o aplicativo para dispositivos com sistema operacional iOS, implantar uma arquitetura de banco de dados disponível em nuvem e implantar técnicas de mineração de dados para extrair características relevantes coletadas pelo sistema, a fim de obter-se métricas para melhoria dos atendimentos no hospital.

REFERÊNCIAS

[1] DATE, C J**. Introdução a Sistemas de Bancos de Dados**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier - Apresentação, 2003.

[2] RODRIGUES, Joel. **Modelo Entidade Relacionamento (MER) e Diagrama Entidade-Relacionamento (DER)-** Apresentação, 2016.

[3] HEUSER, Carlos Alberto. **Projeto de banco de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, v.4 - UFRGS. - Apresentação, 2009.

[4] ALVES, Gustavo Furtado de Oliveira. **Você precisa saber o que é SQL!** - Apresentação, 2013. **What is ODBC?**

[5] MILENER, Gene. - Apresentação, 2017.

[6] ALECRIM, Emerson. **O que é Wi-Fi (IEEE 802.11)** - Apresentação, 2013.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO
SENAI SÃO PAULO

SISTEMAS DE PROPULSÃO DE CARROS ELÉTRICOS

Há forte tendência de substituição, nos próximos anos, da propulsão à combustão interna de veículos pela fornecida por motores elétricos ou em combinação com o tradicional à queima de combustível. Os sistemas emergentes podem ser constituídos de motores de corrente contínua (CC), indução, síncrono, de relutância variável ou de imãs permanentes. O tipo de motor dependerá do porte e da carga do veículo, com vantagens e desvantagens

COUTO, André L.;
CARVALHO, Elias F. de;
FELIZOLA, Marcos A.

Faculdade de Tecnologia SENAI "Anchieta"

1 INTRODUÇÃO

A expectativa de exaustão das reservas petrolíferas para as próximas décadas e os impactos ambientais, dentre os quais o aquecimento global, da queima de combustíveis fósseis em motores a explosão, têm servido de motivação para a substituição gradativa de carros à combustão interna por carros elétricos e/ou híbridos (LOPES, 2012).

Métodos de gerenciamento de energia e de desenvolvimento de controle de motores elétricos são alguns dos temas de estudos que vêm sendo desenvolvidos de maneira a viabilizar a substituição da frota de motores a combustão interna, tidos estes como agressivos ao meio ambiente. Carros elétricos e híbridos são considerados tecnologia "verde", embora também provoquem impactos ambientais (a confecção de baterias, por exemplo, exige enorme consumo de elementos químicos como Lítio e elementos Terras Raras). Desta forma, a escolha do motor elétrico adequado é de suma importância, de modo para, dada a aplicação, aumentar a eficiência energética e, por conseguinte, reduzir o impacto de carregamento da frota futura de carros elétricos à rede de distribuição de eletricidade urbanas; reduzir a emissão de poluentes; reduzir o tamanho das baterias (que, sendo pesadas, reduzem a eficiência e consomem muitos recursos).

Cada tipo de motor apresenta características de torque, de potência e de eficiência para uma dada faixa de velocidade.

Os carros híbridos apresentam-se como uma alternativa ao período de transição para a plataforma totalmente elétrica, pois coexistiriam com carros à combustão e elétricos, usufruindo da antiga estrutura de carros à combustão e também na estrutura, ainda em desenvolvimento e implantação, de suporte aos carros elétricos (pontos de carregamento de baterias, desenvolvimento de mão de obra especializada neste segmento, construção de vias adequadas, etc).

2. MOTORES ELÉTRICOS UTILIZADOS EM PROPULSÃO

2.1. Motor DC

A vantagem do uso do motor DC advém da simplicidade de implementação e de controle, uma vez que este permite uma ligação direta às baterias sem a necessidade de sistema complexo de potência ou controle. Por outro lado, para potências superiores a 20kW, estes motores necessitam de polos de comutação e de enrolamentos de compensação, o que os tornam maiores e mais caros. Como é inviável o enfraquecimento do campo[4], o que possibilitaria o aumento da densidade de potência, haja visto que não é possível a excitação dos ímãs permanentes. Desvantagens adicionais devem-se ao fato de estes motores necessitarem de escovas e comutadores mecânicos, provocando um impacto negativo nos custos de manutenção e na confiabilidade do motor (CARROS ONLINE, 2018).

O volume do motor DC diminui significativamente com o aumento do número de pólos e a partir de 2p=6, as melhorias são mínimas. No entanto o aumento de par de pólos aumenta as perdas no ferro, reduzindo a eficiência global.

O motor DC tem densidade de potência razoável, baixo rendimento e confiabilidade, mas tem as vantagens de custo baixo e controlabilidade simples, especialmente para potências baixas (LOPES, 2012).

2.2. Motor de Indução

Os motores de indução, tal como os DC, são motores tecnicamente mais "maduros", mas oferecem uma densidade de potência e rendimentos superiores aos DC. As perdas dominantes são as perdas no cobre (por efeito Joule). A Figura 1 ilustra dois tipos de motores de indução: com rotor bobinado e com rotor gaiola de esquilo (CARROS ONLINE, 2018).

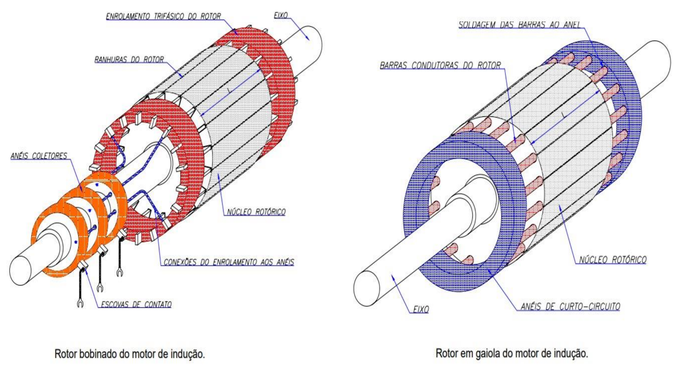
Devido às baixas correntes de magnetização existentes, no modo de campo enfraquecido, as perdas no cobre são reduzidas e consequentemente o motor permite bons rendimentos a altas velocidades. Em comparação ao motor de ímãs permanentes, o de indução não apresenta rendimentos tão elevados à velocidade nominal, devido às perdas no cobre geradas pelas correntes de magnetização.

. Outra desvantagem é o aquecimento do rotor devido a estas perdas que gera a necessidade de integração de um sistema de arrefecimento influenciando a limitação do regime de sobrecarga. Ademais, a distância do entreferro deve ser minimizada, para reduzir as correntes de magnetização, processo este que exige processamentos minuciosos por parte do fabricante, o que aumenta o custo de produção do motor. Devido às suas características, é um dos tipos preferidos para aplicações em carros elétricos.

2.3. Motor de Imãs Permanentes

A excitação deste motor é criada pela existência de imãs permanentes no rotor e, sendo tais ímãs relativamente pequenos, este motor tem uma boa densidade de potência. Não sendo necessária nenhuma corrente de excitação, o motor apresenta um rendimento global muito bom à velocidade nominal. As perdas dominantes neste motor são as perdas no ferro, que ocorrem principalmente no estator, facilitando o arrefecimento da máquina, quando necessário. Estas características elegem o motor de ímãs permanentes como líder no que diz respeito à densidade de potência e rendimento (BRAVO, 2016).

As desvantagens deste tipo de motor residem no custo elevado de elementos raros como o NdFeB , embora estes custos tenham decrescido, e na componente adicional de corrente necessária, no modo de campo enfraquecido, onde as perdas no estator aumentam e consequentemente o rendimento diminui para velocidades elevadas.



Rotor bobinado do motor de indução. Rotor em gaiola do motor de indução.

Figura 1 – Motores de Indução
Fonte: (USP -PEA 2211, 2018)

Outra desvantagem está relacionada com o regime de sobrecarga. Durante este regime (restrito pela característica dos ímãs) para se prevenir uma possível desmagnetização irreversível dos ímãs, evita-se a combinação de altas temperaturas nos ímãs com correntes altas no estator (um sistema preciso de medição de temperatura é essencial).

Tal como os motores de indução, os de ímãs permanentes são uma das melhores escolhas, a priori (pois é preciso considerar custos e riscos de desmagnetização) para aplicação em veículos elétricos.

2.4. Motor de Relutância Variável

Este motor provê densidade de potência e rendimento semelhantes ao de motor de indução. Entretanto, tem construção mais simples, sem enrolamentos no rotor e com enrolamentos concentrados no estator, o que leva este motor a obter melhores características térmicas. Tem ainda a vantagem do custo de fabricação e de manutenção reduzidos. De forma a obter uma boa densidade de potência com este motor, necessita-se aumentar a distância no entreferro, o que consequentemente aumenta o ruído sonoro gerado pelo motor. Medidas para a redução deste ruído diminuem a densidade de potência deste motor, fazendo com que as características do motor de indução se sobressaiam em relação ao de relutância. Outra desvantagem deste motor é o *ripple* de binário a baixas rotações e a complexidade na implementação de controle deste motor, devido à nãolinearidade na determinação da corrente. Estas características fazem com que o motor de relutância seja atualmente utilizado apenas em protótipos, não querendo dizer todavia, que não seja um motor com potencial suficiente para se afirmar no mercado mais tarde

3. ESTADO DA TÉCNICA

LOPES (2012) afirma que a tecnologia atual para motores de VEHs é restrita, basicamente, aos motores síncronos de ímãs permanentes, embora motores de indução (motores assíncronos) também sejam aplicados em alguns casos específicos. Os motores de relutância chaveada, por outro lado, são apontados apenas como uma solução futura promissora, mas sem muita viabilidade de aplicação imediata.

LOPES (2012) também descarta a utilização de motores de corrente contínua (CC) por causa de sua baixa eficiência e elevada manutenção, embora apontem que os custos envolvidos são inferiores àqueles dos motores de corrente alternada (CA) devido à maior facilidade de controle dos motores de CC.

Algumas características importantes que MEs devem apresentar para poderem ser aplicados na tração de veículos são: elevada eficiência, alta confiabilidade e robustez, baixo custo, altos valores de torque específico (Nm/kg) e potência específica (W/kg), baixo ruído e uniformidade de operação (pouca ou nenhuma flutuação de torque).

Os motores de indução, embora sejam aplicados na tração de alguns veículos, geralmente apresentam eficiências inferiores às dos motores síncronos de ímãs permanentes devido às perdas inerentes de seu mecanismo de funcionamento. O tamanho (volume) de um motor de indução também tende a ser maior do que de um motor de ímãs permanentes com a mesma classificação de potência e rotação. Assim, destacam-se como principais características dos motores de ímãs permanentes sua elevada eficiência e elevadas densidades de torque e potência (LOPES, 2012 e BRAVO, 2016).

Apesar do elevado custo dos ímãs permanentes, normalmente feitos com elementos de terras raras, a utilização de motores que os utilizam é viável quando seus níveis de potência são relativamente baixos, como é o caso de VEHs de configuração paralela, por exemplo. Menores níveis de potência implicam na utilização de menores ímãs e, portanto, impactam positiva e diretamente no custo final (LOPES, 2012 e BRAVO, 2016).

Tabela 1 – Comparação típica de características de motores

	Motor DC	Motor de Indução	Motor de Ímanes Permanentes	Motor de Relutância
Número de pólos	5	2	6	12/8
Rendimento máximo	84%	89%	97%	88%
Densidade de potência	1,6	2,5	6,1	2,6

Fonte: Elaborada pelo autor

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou os principais tipos de motores utilizados em carros elétricos e também em híbridos. A escolha de um determinado tipo de motor depende se o veículo é leve ou pesado, a velocidade, o torque, a eficiência e potência requeridas. O trabalho não consistiu numa análise ampla e exaustiva sobre a aplicação de motores na propulsão de carros elétricos, mas objetivou apresentar um panorama inicial de estudo baseado em estudo bibliográfico, fornecendo os conceitos básicos, como as características principais dos motores elétricos em veículos elétricos.

REFERÊNCIAS

LOPES, J. **Metodologias de Dimensionamento e de Gestão de Fontes de Energia para Veículos Elétricos**. Dissertação de Doutorado, 2012. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Unicamp.

BRAVO, D. **Estudo sobre a Utilização de um Sistema Auxiliar Elétrico para a Propulsão de Veículos Leves de Baixa Cilindrada**. Dissertação de Mestrado, 2016. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Unicamp.

USP-PEA 2211. **Introdução à Eletromecânica e à Automação**. Notas de Aula. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/375427/mod_resource/content/1/MOTOR_DE _INDUCAO_PARTE_TEORICA.pdf

ZIA, A. **A comprehensive overview on the architecture of Hybrid Electric Vehicles (HEV)**, *2016 19th International Multi-Topic Conference (INMIC)*, Islamabad, 2016, pp. 1-7.

1º SIMPÓSIO DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA SENAI-SP
INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO
SENAI SÃO PAULO

SWARM-BOTS

INTEGRAÇÃO E COOPERAÇÃOCOMPORTAMENTAL APLICADA A ROBÓTICA

A proposta deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de um grupo de 6 agentes robóticos que permitem os estudos e simulações comportamentais da natureza para avanços acadêmicos. Este conceito, conhecido como robótica do enxame (*Swarm-bots*), é baseado na organização e divisão de tarefas por equipes, comportamento este observado constantemente na natureza em colônias de insetos, cardumes e colmeias.

PINHEIRO, Ricardo Corazzari dos Santos
BALDACONI, Ricardo Hovacker
Faculdade de Tecnologia SENAI "Roberto Simonsen"

1 INTRODUÇÃO

Um conjunto organizado de agentes robóticos é denominado enxame de robôs (swarm bots). Essa organização é baseada no comportamento cooperativo observado na natureza. A interação entre os agentes do enxame permite uma atividade colaborativa na execução de tarefas [1].

1.1 Justificativa

Robôs de enxame tornaram-se alvo de pesquisadores em diversos Institutos e Universidades ao redor do mundo, representando inovação na área de robótica móvel colaborativa. Entretanto, no Brasil ainda é pouco explorada devido ao alto custo de recursos tecnológicos. O desenvolvimento nacional permite redução destes custos, estimulando novas pesquisas e oferecendo a possibilidade de inovação acadêmica em Universidades Brasileiras.

1.2 Objetivos

Desenvolvimento de um enxame composto por agentes com propósito de atender a comunidade acadêmica nacional através de uma plataforma viável economicamente, permitindo a realização de experimentos com robótica colaborativa, propondo:

- Desenvolver um hardware dedicado;
- Criar algoritmos para soluções de agrupamento
- Disponibilizar hardware e firmware livre e em português.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A implementação do projeto de um agente do enxame exige a definição de diversos parâmetros, principalmente relacionados ao hardware. A escolha dos periféricos definirá a aplicabilidade e flexibilidade do sistema final, os três principais conceitos a serem cuidadosamente definidos são: Comunicação, Sensoriamento e Movimentação [2].

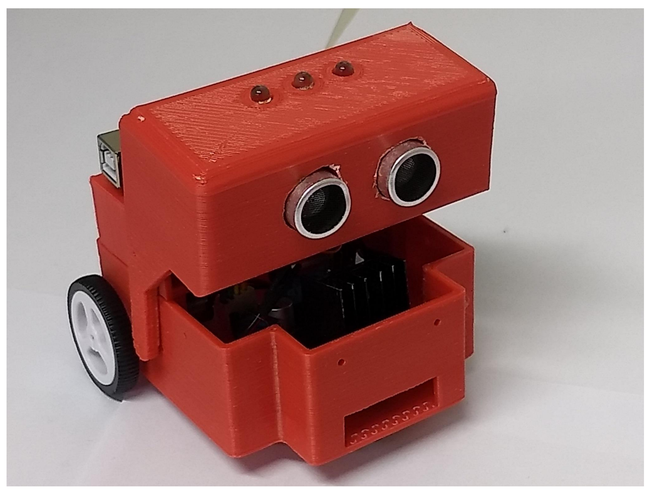
Os ambientes aos quais os robôs do enxame são inseridos fornecem variações analógicas de grandezas físicas como temperatura, luminosidade, umidade, pressão, movimento, tensão, corrente, torque, entre tantos outras. Para serem identificadas e posteriormente processadas, necessitam de sensores específicos. A robótica móvel colaborativa exige que o robô tenha mobilidade no ambiente que estiver inserido, possibilitando rotinas de mapeamento espacial, transporte de cargas, busca de alvos e montagem e desmontagem com outros agentes [3].

O comportamento dinâmico de um enxame robótico baseia-se nas instruções hierárquicas dos indivíduos "líderes", dentro de um sistema configurado com parâmetros de velocidade e algoritmos de redução de colisão [4].

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A implementação do projeto foi dividida em três áreas: desenvolvimento do hardware, da estrutura mecânica e do código do firmware. A montagem final pode ser conferida na figura 1:

Figura 1 – Agente do enxame montado



Fonte: Autoria própria

3.1 Hardware

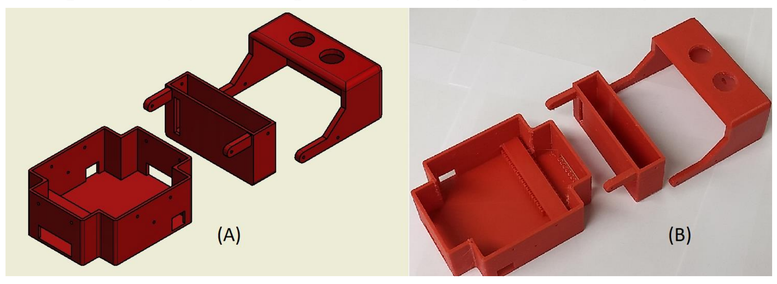
O projeto da placa de circuito impresso dos agentes baseou-se na utilização do microcontrolador PIC 18F4520 da Microchip® operando com clock de 20 MHz. Foram utilizados sensores ultrassônicos, infravermelhos e magnéticos. A locomoção dos agentes ocorre por meio de rodas e um par de motores de tração controlador por um driver de corrente contínua.

3.2 Mecânica

A estrutura foi projetada baseando-se na otimização da montagem do hardware, distribuindo os posicionamentos dos sensores em pontos críticos de leitura, além de oferecer compartimentos individualizados para a placa de circuito impresso e bateria. O projeto dos chassis foi realizado através de CAD CAM (Desenho Assistido por Computador e Manufatura Assistida por Computador respectivamente).

A confecção do conjunto mecânico foi realizada através de prototipagem 3D. O processo permite a produção de peças com geometrias complexas de maneira rápida e precisa, evitando desperdícios de material e facilitando o controle de qualidade se comparadas ás técnicas de usinagem convencionais. A figura 2 demonstra a modelagem via software da estrutura (A) e o resultado obtido com o processo de impressão 3D (B):

Figura 2 – (A) Modelagem Virtual e (B) Peças Prototipadas 3D



Fonte: Autoria própria

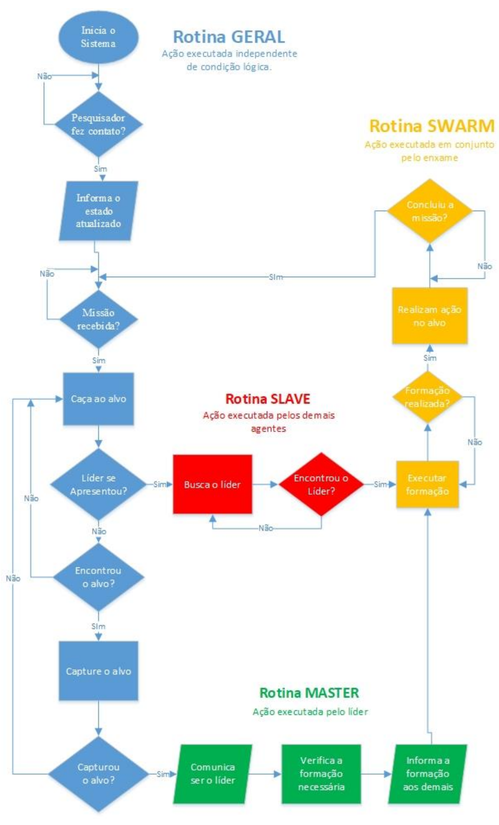
A integração do hardware e da mecânica permite concepção estrutural do agente, entretanto, seu funcionamento depende ainda da programação do código do firmware.

3.1 Firmware

O firmware é baseado em um código escrito em uma determinada linguagem de programação que proporciona ao agente a capacidade de controlar todos periféricos implementados.

A figura 3 ilustra a lógica do algoritmo comportamental de um agende do enxame por meio de um fluxograma:

Figura 3 – Fluxograma da lógica do processo



Fonte: Autoria própria

A estrutura do código tornou-se flexível, permitindo a realização de diferentes modelos de formações e execuções de tarefas.

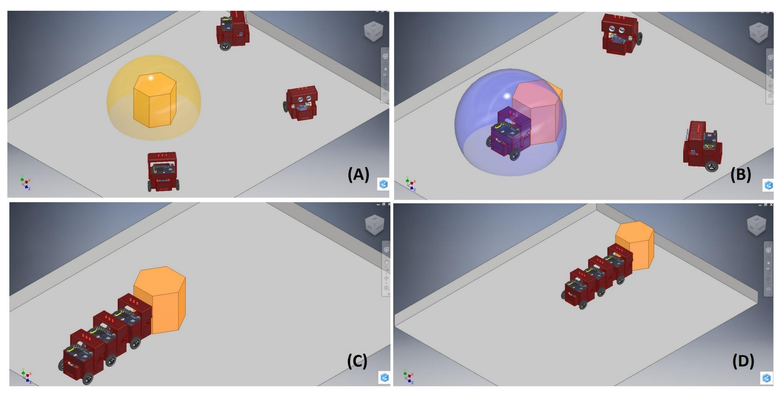
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho permitiu a construção de um pequeno enxame de robôs móveis composto por 6 agentes. Estes agentes operam de forma autônoma e colaborativa. Com objetivo inicial de reduzir o investimento de fabricação, pode-se atingir o custo de R$ 600,00 por unidade.

O grupo é capaz de localizar, identificar, capturar e movimentar um alvo pré-determinado de maneira colaborativa. O desvio de obstáculos e comunicação wifi se tornaram essenciais ao projeto. Devido a estas exigências e ao custo elevado das opções de robôs disponíveis para aquisição no mercado, optou-se pelo desenvolvimento de um hardware dedicado que pudesse permitir implementação de experimentos de navegação e colaboração entre robôs móveis na Faculdade Senai Roberto Simonsen.

Uma aplicação típica de estudos da pesquisa, permite a detecção de um alvo emissor de infravermelho, bem como sua captura por um agente do enxame. Assim que o primeiro agente captura este alvo o mesmo torna-se líder e passa a emitir os sinais infravermelhos. Desta maneira os demais agentes procuram-no para auxiliar na movimentação do alvo capturado. A movimentação acontece até que o pesquisador envie um comando via wifi para que o grupo finalize a operação. Este procedimento pode ser analisado na figura 4:

Figura 4 – Procedimento de ação colaborativa do enxame



Fonte: Autoria própria

Através dos resultados obtidos durante a movimentação do alvo, pode-se concluir que o enxame apresenta estabilidade durante o trajeto bem como permite o estudo de algoritmos direcionados ao comportamento colaborativo entre os agentes.

Este trabalho possibilita o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas na área de robótica móvel cooperativa, com hardware nacional e custo reduzido.

REFERÊNCIAS

[1] WOLF, D. F, OSÓRIO, F. S., SIMÕES, E., TRINDADE O, Jr.: **"Intelligent Robotics: From Simulation to Real World Applications"**. In: Congresso da SBC , p. 279-330 (2009).

[2] VÁSÁRHELYI, G., VIRÁGH, CS., SOMORJAI, G., NEPUSZ, T., EIBEN A. E., VICSEK, T.: "**Optimized flocking of autonomous drones in confined environments".** In: Science Robotics, Vol. 3, Issue 20, eaat3536 (2018).

[3] MIAZAKI, M. **"Sistema de controle multi-robô baseado em colônia de formigas artificiais",** Tese de Mestrado, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (2007).

[4] TARCAI, N., VIRÁGH, C., ÁBEL, D., NAGY, M., VÁRKONYI, P. L., VÁSÁRHELYI, G., VICSEK, T**.: "Patterns, transitions and the role of leaders in the collective dynamics of a simple robotic flock".** Journal of Statistical Mechanics (2011).

SENAI
SÃO PAULO

Avenida Paulista, 1313, 1º andar
Bela Vista | São Paulo-SP | Brasil
01311-923 | (11) 3322-0050 | www.sp.senai.br