

Organizadores:

Eduardo Mendonça Pinheiro

Patrício Moreira de Araújo Filho

Glauber Tulio Fonseca Coelho



ENGⁱNHARIA

a era da produção inteligente

2020


Pascal
Editora

1º
Volume

**EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO
PATRICIO MOREIRA DE ARAÚJO FILHO
GLAUBER TULIO FONSECA COELHO
(Organizadores)**

ENGENHARIA 4.0
A ERA DA PRODUÇÃO INTELIGENTE

VOLUME 1

EDITORA PASCAL
2020

Editor Chefe: Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Prof. M.Sc. Eduardo Mendonça Pinheiro

Edição de Arte: Marcos Clyver dos Santos Oliveira

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Dr^a.

Dr.

Dr.

Dr.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M961kai

Coletânea Engenharia 4.0: a era da produção inteligente / Eduardo Mendonça Pinheiro, Patricio Moreira de Araújo Filho e Glauber Tulio Fonseca Coelho (Organizadores). São Luís (MA): Editora Pascal LTDA, 2020.

376 p.; il. : 1 v.

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN:

D.O.I.:

1. 2. 3. 4. 5. I., II. Título.

CDD:

CDU:

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2020

www.editorapascal.com.br

contato@editorapascal.com.br

APRESENTAÇÃO

Organizador

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 10

INDICADORES DE PRODUTIVIDADE COMO ORIENTAÇÃO PARA TOMADA DE DECISÕES: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE ENGENHARIA

Antonilton Serra Sousa Junior
Marco André Matos Cutrim
Kelly Vanessa Barbosa Conceição
Luidson Coelho Fernandes
Patrícia Linhares Dutra

CAPÍTULO 2..... 26

ESTRATÉGIA LOGÍSTICA DA ESTRUTURA FÍSICA DE DATA CENTER DE BIG DATA

Eliacy Cavalcanti Lélis
Luiz Gustavo Silva Barbosa

CAPÍTULO 3..... 38

ADERÊNCIA DE BARRAS CORROÍDAS EM CONCRETO REFORÇADO COM FIBRA DE AÇO

Carlos Rodrigo Costa Rossi
Rodrigo Rodrigues da Cunha
Murilo Soares Santos
Vinícius Martins Ribeiro
Lucas Manuel Campos Costa
Igor Antunes Rezende

CAPÍTULO 4..... 51

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE UM PROJETO DE GERADOR SOLAR-FOTOVOLTAICO (ON-GRID) APLICADO A UMA RESIDÊNCIA NA REALIDADE DO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PA

Jardson Guilherme Paixão Lima
Neilton Pereira Palaver
Nayara Cortes Figueira Loureiro
Iêdo Souza Santos

CAPÍTULO 5..... 66

ANÁLISE DE INDICADORES DE COMPETÊNCIAS, UTILIZADOS NA GESTÃO DE PESSOAS DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR PÚBLICA, PRIVADA E FUNDAÇÃO: UMA PROPOSTA QUE CARACTERIZA A TRANSVERSALIZAÇÃO

Maria Francisca Silva Bastos
Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo

Rute Holanda Lopes
Jéssica Lahís Silva Bastos de Menezes
Kátia Viana Cavalcante
Neida Rocha Cidade
Ulisses Gonçalves da Silva

CAPÍTULO 6..... 84

ESTUDO DO ARRANJO FÍSICO DE UM ESTALEIRO FLUVIAL DO MUNICÍPIO DE ITACOATIARA-AM

Gabriel de Moura Reis
Brunna Michaela Queiroz Góis
Ednickson Tenório Fernandes
Joel Castro do Nascimento

CAPÍTULO 7..... 100

ANÁLISE CRÍTICA DO ARRANJO FÍSICO NA PREFEITURA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO: UM ESTUDO DE CASO NOS SETORES DE MANUTENÇÃO E ELÉTRICA/REFRIGERAÇÃO

Ingrid Costa de Oliveira
Luana Gomes Mesquita
Myllena de Jesus Fróz da Silva
Nathyelle da Silva Palhano
Sarah Suene Tavares Silva

CAPÍTULO 8..... 111

OS DESAFIOS E PROSPECÇÕES NO EMPREENDEDORISMO FEMININO NA AMAZÔNIA: UM ESTUDO DE CASO SOBRE MICRO E PEQUENAS EMPREENDEDORAS NO MUNICÍPIO DE MANAUS

Ingrid Dantas de Castro
Bruna Letícia Soares Diniz

CAPÍTULO 9..... 128

IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING PRINCIPLES TO OPTIMIZE A SEGMENT OF THE AUTO PARTS REMANUFACTURING INDUSTRY

Lisa Cullen Bellato
André de Lima
Wanderson Stoco

CAPÍTULO 10..... 148

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UNIVERSIDADES: ESTUDO DE CASO DA UNIE-VANGÉLICA

Eduardo José Frauche Velloso
Danilo Augusto Santana de Souza
Eduarda Araújo Neves
Fernando Nunes Belchior

CAPÍTULO 11..... 162

PROPOSTA DE MODELO EFICIENTE DE CONTRATO DE SERVIÇOS TERCEIRIZADOS DE MANUTENÇÃO MECÂNICA PREVENTIVA E CORRETIVA EM HOSPITAIS UNIVERSITÁRIOS FEDERAIS

Danilo Augusto Santana De Souza
Diogo de Souza Rabelo
Fernando Nunes Belchior
Eduardo José Frauche Velloso

CAPÍTULO 12..... 175

PRÁTICA INTER-DISCIPLINAR DE ENSINO-APRENDIZAGEM SIMULANDO UM MRP EM EXCEL

Andrey Sartori
Bruna Vanessa de Souza
Fahim Elias Costa Rihbane
Juliana Cintra
Miriam Vendramini
Carla Christiane Arcanjo

CAPÍTULO 13..... 190

IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA KAIZEN DIÁRIO NO NÍVEL OPERACIONAL DA ORGANIZAÇÃO DE UMA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

Carolina Seixas Ático
Daniela Bramont Pato
Paloma Queiroz da Silva
Vaner Prado

CAPÍTULO 14..... 209

EFEITOS ECONÔMICOS PARA INDUSTRIALIZAÇÃO BASEADO EM VANTAGENS COMPARATIVAS ENTRE O MATO GROSSO E CHINA

Rosana Sifuentes Machado
Dryelle Sifuentes Pallaoro
Pedro Silvério Xavier Pereira
Dhaiany Ellen Alves dos Santos

Dayane Sandri Stellato
Esdras Warley Nunes de Jesus

CAPÍTULO 15..... 222

**ESTUDO ECONÔMICO DO USO DA BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR EM
UMA USINA SIDERÚRGICA**

Tácita Rocha Araújo
Ricardo dos Santos Oliveira
Francisca Diana Ferreira Viana

CAPÍTULO 16 242

**O AVANÇO TECNOLÓGICO E SUAS CONSEQUÊNCIAS NO MERCADO BRASI-
LEIRO DE IMPRESSÃO GRÁFICA**

Daiane Rodrigues dos Santos
Débora Pereira de Mattos
Manuel Fabio Alves Feitosa
Rafael Oliveira Mota
Raquel Neves Umbelino

CAPÍTULO 17..... 259

**REDES NEURAIS ARTIFICIAIS: IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO NA INDÚS-
TRIA BRASILEIRA**

Matheus Schoffen Turkiewicz
Rodrigo Lanzoni Fracarolli

CAPÍTULO 18..... 272

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM DEFEITOS DE PEÇAS
FUNDIDAS**

Fabio Correr
André de Lima
Wanderson Henrique Stoco

CAPÍTULO 19..... 285

GESTÃO COM PESSOAS NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Michael Hellison Jantorpe Gomes
Ieda Maria Munhos Benedetti

CAPÍTULO 20..... 300

ESTUDO DE CURVAS DE CONFIABILIDADE EM LINHAS DE TRANSMISSÃO UTILIZANDO SIMULAÇÃO DE DADOS

Ingrid Rebouças de Moura
Jurandir Barreto Galdino Junior
Felipe De Araújo e Mello
Herbert Ricardo Garcia Viana
Hélio Roberto Hékis

CAPÍTULO 21 315

A UTILIZAÇÃO DO BLOCKCHAIN NA CADEIA DE SUPRIMENTOS INTERNACIONAL

Paulo Roberto dos Santos Tavares
Paulo Sérgio de Arruda Ignácio

CAPÍTULO 22 329

DESENVOLVIMENTO DA MANUFATURA ADITIVA DE FERRAMENTAS DE ESTAMPAGEM E FORJAMENTO NA INDÚSTRIA 4.0

Frederico Lago Silva
Gustavo Costa Carvalho
Pedro Lima Autran Dourado
Rafael Corsi Zucherato
Iris Bento da Silva

CAPÍTULO 23 339

SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Henrique Copes Braga
Mariana de Lourdes Rodrigues da Costa
Paula Cristina Senra de Oliveira

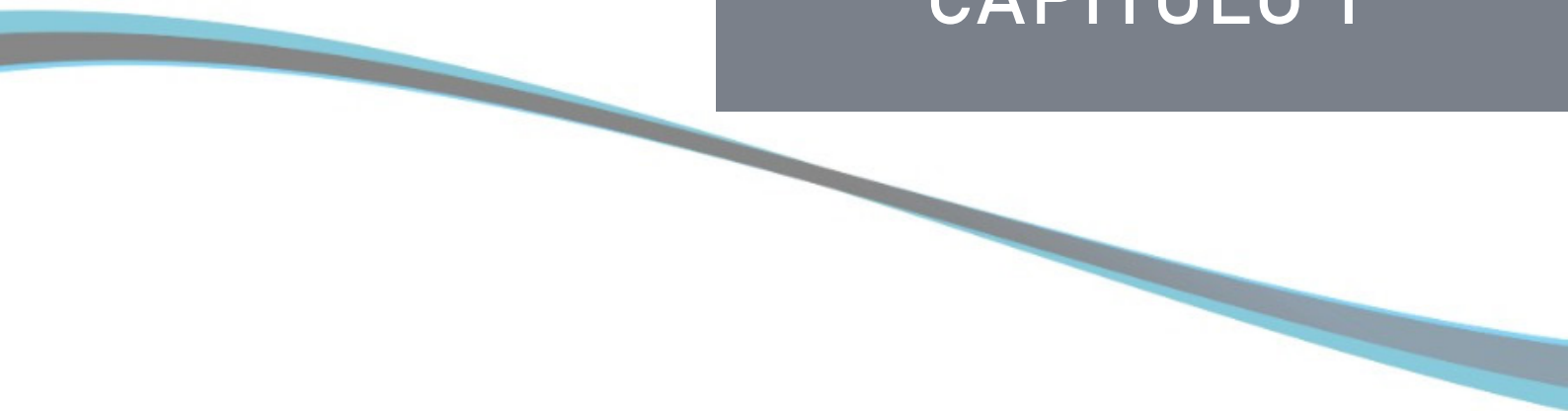
CAPÍTULO 24 353

DIMINUIÇÃO NA TAXA DE PERMANÊNCIA E AUMENTO DA TAXA DE OCUPAÇÃO NA CLÍNICA CIRÚRGICA

Maristela Priscila Nardo Ramos
Camila Lemos Tonhasolo
Mauricio Wesley Perroud Junior
Paulo Sergio de Arruda Ignácio

Autores 361

Organizadores 361



CAPÍTULO 1

INDICADORES DE PRODUTIVIDADE COMO ORIENTAÇÃO PARA TOMADA DE DECISÕES: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE ENGENHARIA

PRODUCTIVITY INDICATORS LIKE ORIENTATION TO THE DECISION-
MAKINGS: CASE STUDY AT AN ENGINEERING COMPANY

Antonilton Serra Sousa Junior
Marco André Matos Cutrim
Kelly Vanessa Barbosa Conceição
Luidson Coelho Fernandes
Patrícia Linhares Dutra

Resumo

No cenário atual promovido por mudanças tecnológicas e sociais, o mercado tem se tornado um ambiente altamente competitivo, no qual, para se destacar, ou até mesmo sobreviver, as empresas precisam desenvolver novas ferramentas e modelos de gestão capazes de melhorar o desempenho dos processos. Um conjunto adequado de métricas facilita a avaliação e monitoramento da produtividade, permitindo que os processos sejam mantidos sob controle. Nesse sentido, este artigo teve por objetivo demonstrar a aplicação de indicadores de produtividade como orientação para a tomada de decisões, a partir de um estudo de caso em uma empresa de Engenharia em São Luís. O método de pesquisa, quanto à abordagem, classifica-se como quantitativo e qualitativo, pois baseou-se na quantificação durante a coleta e tratamento dos dados e conversas com a direção da empresa. Durante 25 dias analisaram-se os serviços de recomposição asfáltica, observando-se a quantidade de serviço produzido (m^2), o consumo de material (kg), a quantidade de funcionários (H) e a quantidade de horas trabalhadas (h). Dessa maneira, foi possível calcular a razão unitária de produção (RUP), o consumo unitário de material (CUM) e a perda percentual de material (Perda%), demonstrando-se que os resultados dos indicadores favoreceram no processo de tomada de decisões pela direção da empresa.

Palavras chave: Indicadores de produtividade, Tomada de decisões, Processos.

Abstract

In the present scenery promoted by technological and social changes, the market has become a highly competitive situation. Therefore, in order to survive, the companies need to develop new tools and management models capable of improving their performance. A suitable set of metrics shall take into account the evaluation and monitoring of the productivity, so permitting the processes to be kept under control. In this way, this paper aimed at demonstrating the application of productivity indicators like orientation to the decision-making, from a case study at an engineering company in São Luis. The field research method is classified like quantitative, for it was based on the quantification during the collection and treatment of the data. For 25 days it was analysed the services of asphaltic recomposition, so being observed the amount of produced work (m^2), the material consumption (kg), the staff of employers (H) and the amount of worked hours (h). In this way it was possible to calculate the unit production ratio (RUT), the unit consumption of material (CUM) and the loss of percentual material (Perda%), so demonstrating that the results of the indicators favored the process of decision-making by the company direction.

Key-words: Productivity Indicators, Decision-makings, Processes



1. INTRODUÇÃO

No cenário atual promovido por mudanças tecnológicas e sociais, o mercado tem-se tornado um ambiente altamente competitivo, no qual, para se destacar, ou até mesmo sobreviver, as empresas precisam desenvolver novas ferramentas e modelos de gestão capazes de melhorar constantemente o desempenho dos processos, com a intenção de oferecer produtos e/ou serviços com qualidade aos clientes. Nesse sentido, as empresas se veem obrigadas a rever seus procedimentos operacionais, fazendo com que haja maior controle sobre os processos, como forma de avaliar o desempenho e capacidade de competição.

Nesse contexto, os indicadores de produtividade surgem como instrumentos capazes de medir, calcular e avaliar os processos, de modo que os resultados obtidos facilitem a tomada de decisões pelos gerentes, visando à promoção de melhorias, o planejamento eficaz das tarefas e dos recursos disponíveis.

A aplicação dos indicadores de produtividade nas organizações é assunto que vem sendo estudado por engenheiros, administradores, economistas e contadores e seus conceitos aplicados em boa parte das grandes empresas. Porém, a aplicação desses indicadores começou a se expandir para médias e pequenas empresas, e muitas delas não possuem um sistema de avaliação e monitoramento das atividades, ou então, quando possuem, ou não são bons, ou estão desregulados.

Observando-se vários temas sobre o assunto, o presente estudo de caso sugere o seguinte questionamento: A aplicação de indicadores de produtividade em uma empresa de Engenharia pode contribuir no processo de tomada de decisões?

Para explorar essa questão, esta pesquisa foi desenvolvida em uma empresa, localizada na cidade de São Luís, Maranhão. Buscou-se analisar a produtividade nos serviços de recomposição asfáltica, e obteve-se: quantidade de serviço produzido (m^2), jornada de trabalho (h), quantidade de funcionários (H) e consumo de material (kg).

O objetivo deste trabalho foi demonstrar a aplicação de indicadores de produtividade em atividades desenvolvidas pela empresa, e que os resultados orientem a diretoria na tomada de decisões. Deste modo, fez-se o uso de três indicadores: razão unitária de produção (RUP), consumo unitário de material (CUM) e perda percentual de material (Perda%).

A coleta de dados foi realizada durante 25 dias, com base nos relatórios diários de obra (RDO). Durante o tratamento, utilizou-se o Microsoft Excel para o cálculo dos indicadores e desenvolvimento dos gráficos.



2. INDICADORES DE PRODUTIVIDADE

De acordo com Wildauer e Wildauer (2015), o termo produtividade está presente em todas as empresas e significa alcançar o bom desempenho produtivo por meio dos recursos disponíveis. Corrêa e Corrêa (2017) definem produtividade como uma medida de eficiência com que os recursos de entrada (inputs) através de um sistema de agregação de valor são convertidos em saídas (outputs). De maneira simples, produtividade é a razão entre as saídas obtidas e os insumos utilizados.

Segundo Moreira (2012), apesar de se falar da produtividade de maneira genérica, não existe apenas uma medida de produtividade, mas, sim, várias. Portanto, a produtividade pode ser entendida como um conjunto de medidas. Lobo (2010) afirma que a produtividade pode ser expressa em diversas unidades de medida, sendo a mais utilizada em percentual. Tratando-se de serviços, a produtividade pode ser medida em homens-hora, toneladas-hora, quilowatts-tonelada de carvão, vendas-metro quadrado, dentre outras medidas.

Laugeni e Martins (2015) referem que engenheiros, administradores, economistas e contadores utilizam as mais variadas formas de medir a produtividade nas organizações. Porém, a mais aceita é o uso de indicadores. Costa e Jardim (2017) afirmam que os indicadores de produtividade verificam a relação custo-benefício a partir dos resultados obtidos em meio aos esforços realizados para alcançá-los. Diferentemente da eficiência e eficácia que são adimensionais, os indicadores de produtividade são dimensionais.

Do ponto de vista de Wildauer e Wildauer (2015), ao utilizar indicadores, os gerentes precisam ter convicção de que devem coletar dados a partir de observações e/ou medições de cada processo. Entretanto, isto toma tempo, consome recursos (humano e material), e, sobretudo, necessita de atenção para não ocorrer falha na leitura dos dados. Em síntese, estes dados representam o comportamento dos processos produtivos, o desempenho da mão de obra, dos equipamentos e das instalações.

Corrêa e Corrêa (2017) inferem que, sem um conjunto de indicadores de produtividade adequados que possam refletir os resultados, os gerentes se veem numa situação análoga à de um piloto de avião voando em meio a uma tempestade, sem instrumentos adequados para guiar suas ações de voo. Nessa situação, é possível que o piloto tome decisões precipitadas que poderiam colocar toda sua tripulação em risco. Infelizmente, essa é a real situação de inúmeras empresas do país, onde há métricas, há sistemas de avaliação e monitoramento, porém ou não são bons, ou estão descalibrados.



3. PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Conforme Balbo (2007 apud QUIRINO, 2013), pavimento pode ser definido como uma estrutura finita, constituída de camadas justapostas de diferentes materiais compactados, a qual é adequada para atender às condições estruturais e operacionais do tráfego, de maneira durável e ao menor custo, considerando-se diferentes horizontes de manutenção preventiva, corretiva e de reabilitação obrigatória.

Segundo a NBR 7207:1982 da ABNT, o pavimento é destinado técnica e economicamente a resistir aos esforços verticais provenientes da movimentação de veículos, melhorar as condições de rolamento quanto à conformidade e segurança, e suportar os esforços horizontais que atuam na superfície do pavimento.

De acordo com a CNT (2017), estruturalmente o pavimento deve receber os esforços do tráfego e conduzir de forma aliviada às camadas inferiores. Dessa maneira, as cargas são criteriosamente conduzidas a fim de evitar deformações, trincas ou rupturas.

Balbo (2007 apud BARUFI, 2013) revela que o pavimento é composto de diferentes camadas:

- a) Subleito: camada mais interna do pavimento; é o material natural do local onde se pretende revestir;
- b) Reforço do subleito: camada de espessura transversalmente constante; melhora a capacidade de carga do subleito;
- c) Sub-base: é a camada complementar à base e com as mesmas funções;
- d) Base: camada do pavimento destinada a receber os esforços verticais do tráfego;
- e) Revestimento: é a camada que retém ações da movimentação de veículos, melhora as condições de rolamento, conforto, segurança e resistência ao desgaste.

De maneira simplificada, a figura 1 demonstra uma seção transversal do pavimento com as suas principais camadas.



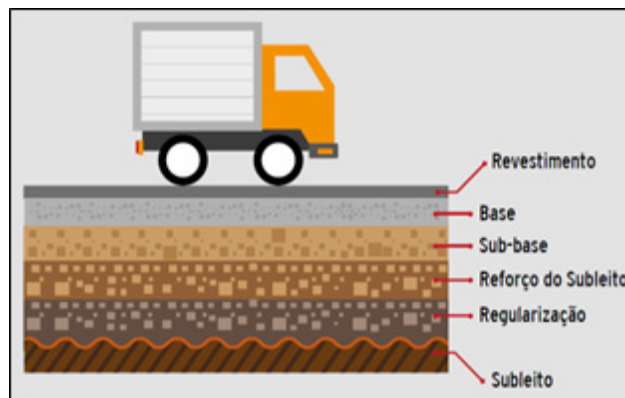


Figura 1 – Seção transversal do pavimento
Fonte: Adaptado de CNT (2017)

Silva, Siqueira e Severino (2016) afirmam que, os pavimentos sejam constituídos por material asfáltico ou concreto, são classificados em flexíveis, rígidos e semirrígidos. No Brasil e no mundo o pavimento flexível é o mais utilizado. Segundo o DNIT (2006), o pavimento flexível é aquele em que as camadas sofrem deformação reversível (elástica) sob esforço aplicado, distribuindo a carga equivalente sobre as camadas inferiores.

Bernucci et al, (2010) afirmam que, na maior parte dos pavimentos do Brasil, utiliza-se como revestimento uma mistura a base de agregados minerais com ligantes asfálticos, que, de forma devidamente processada, assegure ao pavimento aplicado durabilidade, impermeabilidade, flexibilidade, estabilidade, resistência à fadiga, resistência à derrapagem e ao trincamento térmico. Esse revestimento é o Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ). De acordo com a CNT (2017), o CBUQ é gerado a partir da mistura e homogeneização de agregados minerais, cimento asfáltico de petróleo (CAP) e material de enchimento (filler), em usinas misturadoras a quente.

4. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi estruturada de forma aplicada, pois o problema de estudo foi tratado com o auxílio de bases bibliográficas. Do ponto de vista dos objetivos, ela se classifica como descritiva. Segundo Gil (2017), a pesquisa descritiva tem por objetivo identificar possíveis relações entre variáveis. Além disso, pode determinar características de determinado fenômeno ou população.

Quanto à abordagem, o trabalho se classifica como quantitativo. Mascarenhas (2012) afirma que, o estudo quantitativo como o próprio nome já diz, baseia-se na quantificação de dados após a coleta e tratamento.

As visitas técnicas foram realizadas na sede da empresa e aos canteiros de obras, objetivando conversas com a alta direção da empresa e os encarregados de obra para destacar a necessidade e importância da utilização de indicadores de

produtividade nos serviços de recomposição asfáltica.

Com base no conhecimento adquirido pela bibliografia de estudo, foi possível a definição dos indicadores nas atividades de repavimentação. A coleta de dados ocorreu durante 25 dias, quando se analisou a quantidade de serviço produzido (m^2), a jornada de trabalho (h), o número de trabalhadores (H) e o consumo de material (kg).

Na etapa de tratamento dos dados, manuseou-se o Microsoft Excel para o cálculo dos indicadores e formulação dos gráficos. Ao fim, elaborou-se o relatório com os resultados obtidos.

5. A EMPRESA

A Ires Engenharia Comércio e Representações Ltda. é uma empresa de construção que atua no mercado desde 1994. Visando o atendimento às necessidades dos seus clientes, a empresa presta serviços nas áreas de construção civil, predial e de estruturas metálicas; preparação de leito de via férrea; drenagem e aterro hidráulico, terraplanagem, pavimentação e recomposição de vias urbanas, vicinais e rodovias; dentre outros serviços, buscando sempre proporcionar satisfação aos seus clientes.

Atuando em nível local, com sede em São Luís do Maranhão, a empresa trabalha constantemente no aprimoramento dos seus métodos de trabalho, objetivando garantir uma relação parceira e harmônica entre cliente e empresa. Destaca-se pela qualidade dos serviços prestados, o respeito à sociedade e ao meio ambiente.

5.1. Serviços de recomposição asfáltica

Conforme a CAEMA (2002), quanto à recomposição de pavimentos em valas, trata-se de um serviço de reconstrução da condição anterior do pavimento danificado em razão da implantação de tubulações de água, esgoto ou drenagem.

Na maioria dos casos, envolvem pavimentação de ruas e avenidas. Caracteriza-se pela restrição do espaço de trabalho, o que impede a utilização de máquinas convencionais (motoniveladoras, rolos compactadores, espalhadores de agregados e vibro-acabadoras), intensificando o uso da mão de obra nas atividades de espalhamento e compactação do asfalto. Além disso, envolve todas as camadas da pavimentação, além do processo de imprimação.

Apesar de parecerem simples, esses serviços exigem cuidados técnicos rigo-



rosos, a fim de evitar trincas, afundamentos, desgaste precoce e outras patologias do pavimento.

Para que os serviços ocorram conforme o planejado, as atividades são divididas em fases distintas:

1. Sinalização: o local de trabalho deve ser sinalizado e protegido com cavaletes e cerquites, preservando-se as condições do trânsito de veículos e acesso da população aos canteiros de obras;



Figura 2 – Sinalização
Fonte: Elaboração dos autores

2. Limpeza: esta fase consiste na retirada do pó e material solto existente na vala que podem comprometer a aderência;



Figura 3 – Limpeza
Fonte: Elaboração dos autores

3. Imprimação: consiste na aplicação de impermeabilizante CM-30 (asfalto diluído de petróleo) e material ligante RR-1C (emulsão asfáltica) para promover aderência entre o asfalto e a base;



Figura 4 – Imprimação
Fonte: Elaboração dos autores

4. Descarregamento do asfalto: o material betuminoso (CBUQ) é transportado da usina misturadora a quente em caminhão basculante, que descarrega o material em local indicado, conforme autorização do encarregado;



Figura 5 – Descarregamento do CBUQ
Fonte: Elaboração dos autores

5. Distribuição e espalhamento: os serventes com auxílio de carrinhos de mão levam o material até o segundo ponto, onde os rasteleiros são responsáveis por espalhar a massa asfáltica e uniformizar as camadas;



Figura 6 – Distribuição e espalhamento da massa
Fonte: Elaboração dos autores

6. Compactação e acabamento: o rolo liso metálico ou placa vibratória fazem a compactação do asfalto sobre a base e acabamento das bordas em relação ao pavimento existente.



Figura 7 – Compactação e Acabamento
Fonte: Elaboração dos autores

6. Indicadores de monitoramento e controle da produtividade

De acordo com os conceitos explorados sobre medidas de produtividade, foram definidos indicadores que poderão auxiliar no monitoramento e controle da produtividade dos serviços de recomposição asfáltica. Estes indicadores se classificam em dois grupos: mão de obra e materiais.

O indicador adotado para mensurar a mão de obra se denomina razão unitária de produção (RUP).

$$RUP = \frac{Hh}{QS} \quad (1)$$

Onde:

Hh = homens-hora consumidos;

QS = Quantidade de serviço realizado.

Em relação aos materiais, utilizamos o indicador de consumo unitário de produção (CUM), que é a razão entre a quantidade de material utilizado e a quantidade de serviço realizado.

$$CUM = \frac{Q_{mat}}{QS} \quad (2)$$

Onde:

Qmat = quantidade utilizada de material.

Podemos utilizar outro indicador, que retrata o afastamento em relação ao consumo unitário teórico de material, ou seja: o percentual relativo às perdas de material.

$$\text{Perda (\%)} = \frac{Q_{\text{real}} - Q_{\text{teórica}}}{Q_{\text{teórica}}} \times 100 \quad (3)$$

Onde:

Perda (%) = perda percentual de material;

Q_{real} = quantidade real de material consumido;

$Q_{\text{teórica}}$ = quantidade teórica de material.

Para calcular a quantidade teórica de material utiliza-se a fórmula 4.

$$Q_{\text{teórico}} = QS * e * d \quad (4)$$

Onde:

e = espessura da base

d = densidade do asfalto

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na tabela 1, é possível identificar os resultados encontrados para os indicadores de produtividade, decorrentes dos dados obtidos durante 25 dias nos canteiros de obras.



Dia	Q real (kg)	QS (m²)	Horas /dia	Homens	Hh	RUP (Hh/m²)	CUM (kg/m²)	Q teórico (kg)	Perda (%)	Espessura
1	15000	177,41	8	12	96	0,54	84,55	12774	17%	3,52
2	11000	119,97	8	12	96	0,80	91,69	8638	27%	3,82
3	5000	65,96	4	12	48	0,73	75,80	4749	5%	3,16
4	8000	175,75	8	12	96	0,55	45,52	12654	-37%	1,90
5	10000	193,55	8	12	96	0,50	51,67	13936	-28%	2,15
6	12000	179,45	8	12	96	0,53	66,87	12920	-7%	2,79
7	6000	124,42	8	12	96	0,77	48,22	8958	-33%	2,01
8	6000	144,15	8	12	96	0,67	41,62	10379	-42%	1,73
9	10000	186,92	8	12	96	0,51	53,50	13458	-26%	2,23
10	15000	424,17	8	12	96	0,23	35,36	30540	-51%	1,47
11	15000	327,75	4	12	48	0,15	45,77	23598	-36%	1,91
12	8000	117,46	8	12	96	0,82	68,11	8457	-5%	2,84
13	13000	324,81	8	12	96	0,30	40,02	23386	-44%	1,67
14	10000	141,43	8	12	96	0,68	70,71	10183	-2%	2,95
15	10000	212,79	8	12	96	0,45	46,99	15321	-35%	1,96
16	7000	123,59	8	12	96	0,78	56,64	8898	-21%	2,36
17	9000	157,50	8	12	96	0,61	57,14	11340	-21%	2,38
18	8000	206,51	8	12	96	0,46	38,74	14869	-46%	1,61
19	6000	143,27	8	12	96	0,67	41,88	10316	-42%	1,74
20	6000	59,80	8	12	96	1,61	100,34	4305	39%	4,18
21	8000	93,50	4	12	48	0,51	85,56	6732	19%	3,56
22	8000	140,38	8	12	96	0,68	56,99	10107	-21%	2,37
23	10000	144,15	8	12	96	0,67	69,37	10379	-4%	2,89
24	6000	122,68	8	12	96	0,78	48,91	8833	-32%	2,04
25	8000	138,44	8	12	96	0,69	57,79	9967	-20%	2,41

Tabela 1 – Cálculo dos indicadores de produtividade.

Fonte: Elaboração dos autores

Inicialmente calculou-se o indicador RUP, que é obtido a partir da avaliação diária da mão de obra. Deste modo, avaliou-se, ao término de cada dia de trabalho, a quantidade de homens-hora utilizados e quantidade de serviço. Em virtude disso, foi possível elaborar o gráfico 1, que demonstra a variação diária da razão unitária de produção.

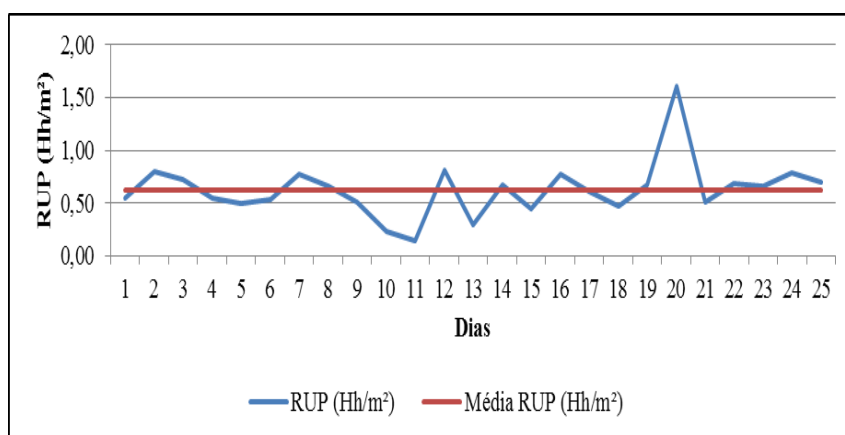


Gráfico 1 – RUP diária

Fonte: Elaboração dos autores

Através da RUP descobriu-se que, em média, são necessários 0,63 homens-hora para aplicação de um metro quadrado de asfalto. Quanto maior a RUP, pior a produtividade da equipe. Dessa maneira, é possível identificar que o dia 20 foi

anormal em relação aos demais. Isto se deu pela baixa quantidade de serviço (m^2), em decorrência da falta de trechos enxutos, promovidos por chuvas torrenciais na região, e da baixa quantidade de asfalto. Inversamente, ocorreu o dia 11 com a melhor produtividade, pois nessa data houve alta quantidade de massa, o tempo favorável e uma carga horária apenas de 4 horas. Cabe ressaltar que, nos dois casos, a espessura da vala sofreu variações, o que será discutido adiante para saber se isto poderá exercer influência nos indicadores e na produtividade da mão de obra.

Para identificar o consumo unitário de material utilizado diariamente, foi necessário acessar os relatórios diários de obra (RDO) para consultar a quantidade de serviço e as notas da usina de asfalto, para saber a quantidade de CBUQ no caminhão basculante. Com base nesses dados, foi possível elaborar o gráfico 2, onde é apresentada a variação do CUM diário, e determinar que em média são gastos 58,56 kg de CBUQ para pavimentar um metro quadrado de vala aberta.

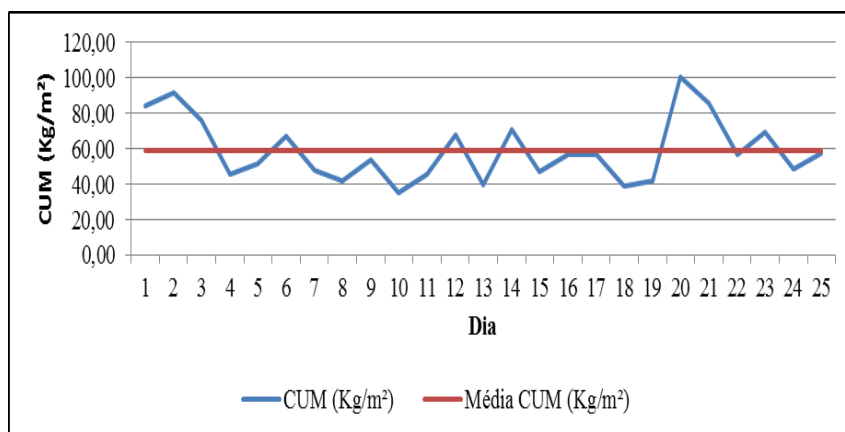


Gráfico 2 – CUM diário
Fonte: Elaboração dos autores

Atrelado ao consumo unitário de material foi calculado o percentual de perdas de material durante a execução dos serviços de recomposição asfáltica. Antecipadamente, calculou-se o valor teórico de material ($Q_{teórico}$), que leva em conta a quantidade de serviço realizado, a espessura da base de 0,03 metros, valor este firmado em documentação com a empresa que gerencia o contrato da obra, e o valor da densidade do asfalto (2400 kg/m^3). O gráfico 3 exibe os valores encontrados do Q_{real} , $Q_{teórico}$ e a Perda (%).

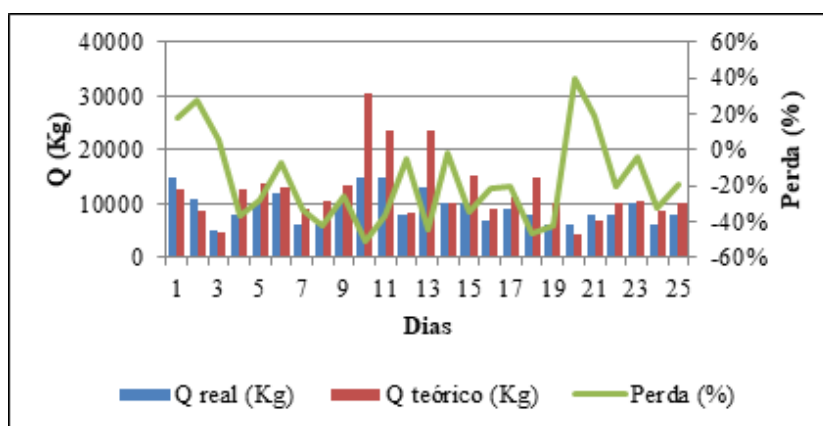


Gráfico 3 – Perda (%)
Fonte: Elaboração dos autores

Com base no gráfico acima, nota-se que, nos dias 1, 2, 3, 20 e 21 a perda (%) foi positiva. Isto nos revela que nesses dias, a quantidade de CBUQ utilizada pela equipe foi acima da quantidade teórica necessária. Em atenção a isto, investigou-se a relação entre a espessura da base, o consumo de material e a produtividade da mão de obra. Certificou-se de que, nesses dias, a espessura entre base e o pavimento existente ultrapassou 3 centímetros, o que justifica os altos índices do RUP e CUM. O Gráfico 4 explica esta relação, onde quanto maior a espessura, menor será a quantidade de serviço e maior será a perda (%) de material.

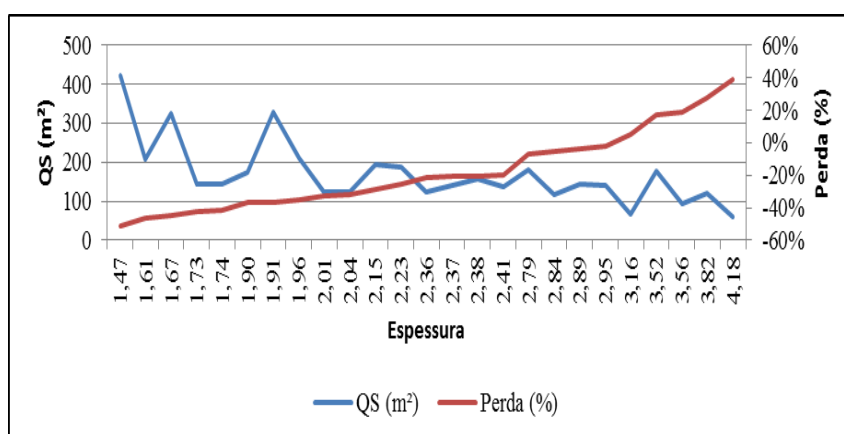


Gráfico 4 – Influência da espessura na QS e Perda (%)
Fonte: Elaboração dos autores

Além da variação da espessura em alguns trechos de trabalho, notou-se que em alguns pontos a base não havia sido tratada de maneira correta. As camadas anteriores ao revestimento asfáltico não haviam sido compactadas com os compactadores de percussão, mas com outros equipamentos que não oferecem a mesma precisão. Por causa disso, a camada de asfalto não consegue comportar ações do tráfego, resultando em trincas e afundamento do asfalto. Além disso, aumenta os índices de retrabalho para as equipes, fator que desfavorece o serviço da empresa no mercado.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos principais objetivos das empresas é manter os processos sob controle. Tendo em vista isso, a aplicação de um conjunto adequado de métricas, que permite avaliar e monitorar o desempenho dos processos, ajudando a determinar a capacidade de atender às exigências dos clientes e de competição no mercado, é altamente desejável. Dessa forma, este estudo teve como objetivo a aplicação de indicadores de produtividade nos serviços de recomposição asfáltica para orientar o processo decisório pela direção de uma empresa de Engenharia.

Em busca de atingir os objetivos desta pesquisa, foram analisados durante 25 dias os serviços de repavimentação das valas, onde se observou a quantidade usada de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), a quantidade de serviço feito pela equipe, à quantidade de funcionários em cada dia e a quantidade de horas trabalhadas. Após coletados os dados, foi possível realizar os cálculos dos indicadores de produtividade, pelos quais foi identificado que em alguns dias de trabalho a espessura de algumas valas ultrapassou o limite estabelecido de 3 centímetros, valor este firmado em contrato com a empresa responsável pela instalação da rede de água subterrânea e tratamento da base.

Em decorrência disto, notou-se que existe uma relação entre a espessura das valas com a RUP, o CUM e a Perda (%), afetando diretamente a produtividade da equipe. Notou-se que a partir do momento em que a espessura não está em conformidade com o estabelecido, a tendência linear da QS (m^2) é decair, assim como a produtividade (m^2/Hh). Para obter a produtividade da mão de obra basta calcular o inverso da RUP. Simultaneamente observa-se que a tendência linear do CUM (kg/m^2), RUP(Hh/m^2) e da Perda (%) é o inverso, ou seja, quanto maior, pior será para a empresa.

A partir dos resultados dos indicadores, foi possível para a direção da empresa constatar o que realmente estava acontecendo nos canteiros de obra, e entender o real motivo do alto consumo de material e baixa quantidade de serviço em alguns dias. Assim foi possível constatar que a baixa produtividade da equipe estava sendo ocasionada pelo tratamento inadequado da base pela empresa gerente do contrato. Daí em diante, o gestor determinou que a aplicação de asfalto em trechos com a espessura fora do padrão somente se daria com autorização dos supervisores da empresa gerente, ou então mediante o reajuste da espessura da base.

Ao fim deste trabalho certificou-se que os resultados obtidos, através dos indicadores de produtividade, forneceram bases para o processo de tomada de decisões pela direção de uma empresa de Engenharia, objetivando a aplicação de melhorias nos serviços de recomposição asfáltica e outras atividades do negócio.



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7207**: Terminologia e classificação de pavimentação. Rio de Janeiro, 1982.

BARUFI, Bruno Rafael. **Viabilidade da aplicação do cbuq 2 cm ao tst para pavimentação (tráfego leve) de vias urbanas**. (Monografia). Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Transporte rodoviário**: por que os pavimentos das rodovias brasileiras não duram? – Brasília, 2017.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO MARANHÃO. **Caderno de encargos**: especificações técnicas, critérios de medição e estrutura de preços. Maranhão: CAEMA, 2002.

CORRÊA, Henrique Luiz; CORRÊA, Carlos Alberto. **Administração de produção e operações**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

COSTA, Ricardo Sarmiento; JARDIM, Eduardo Galvão Moura. **Gestão de operações de produção e serviços**. São Paulo: Atlas, 2007.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de pavimentação**. IPR – 710. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LAUGENI, Fernando Piero; MARTINS, Petrônio Garcia. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

LOBO, Renato Nogueirol. **Gestão da produção**. São Paulo: Érica, 2010.

MASCARENHAS, Sidnei Augusto. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

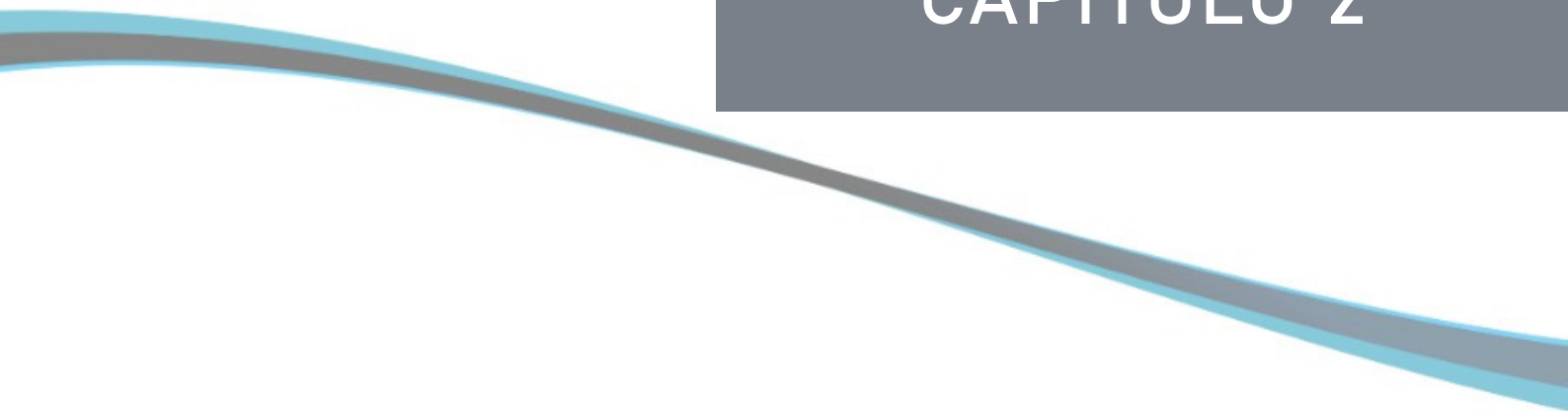
MOREIRA, Daniel. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Saraiva, 2012.

QUIRINO, Marina Eliza Pacífico. **Recuperação de pavimentos flexíveis em áreas de taxiamento de aeronaves**: estudo de caso da pista fox-2 no aeroporto internacional Tancredo Neves – MG. (Monografia). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

SILVA, Aline de Freitas; SIQUEIRA, Jade de Castro; SEVERINO, Laura de Freitas. **Estudo comparativo de concreto betuminoso usinado a quente com diferentes tipos de ligantes utilizados em Goiânia**. (Monografia). Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2016.

WILDAUER, Ergon Walter; WILDAUER, Laila Del Bem Seleme. **Mapeamento de processos**: conceitos, técnicas e ferramentas. Curitiba: InterSaberes, 2015.





CAPÍTULO 2

ESTRATÉGIA LOGÍSTICA DA ESTRUTURA FÍSICA DE DATA CENTER DE BIG DATA

DATA CENTER PHYSICAL STRUCTURE LOGISTIC STRATEGY OF BIG
DATA

Eliacy Cavalcanti Lélis
Luiz Gustavo Silva Barbosa

Resumo

Os grandes players do mercado de big data estão desenvolvendo estratégias logísticas para reduzir seus custos e aumentar sua capacidade de gestão de *big data*. Essa reflexão leva a seguinte pergunta de pesquisa: Qual a estratégia logística de localização e armazenagem das instalações de data center pode reduzir os custos para os grandes players de big data? O objetivo geral deste trabalho é identificar a estratégia logística de localização e armazenagem utilizados pelos grandes players do Big Data para diminuir seus custos nas instalações físicas nas instalações das estruturas físicas do Data Center. A metodologia de pesquisa abrange pesquisa bibliográfica, com abordagem qualitativa. Os resultados mostram as decisões nas estratégias logísticas da Google e da Microsoft Azure referente à localização e armazenagem dos recursos de hardware e rede nas instalações do data center como forma de reduzir os custos de energia elétrica e mão-de-obra e de instalações. Conclui-se que a logística tem sido um dos elementos de sustentação na competição de mercado entre a Google e a Microsoft Azure para a gestão e crescimento de *big data* na internet.

Palavras chave: Estratégia logística, *Data center*, *Big data*.

Abstract

Some players in the big data market are developing logistics strategies to reduce their costs and increase their big data manageability. This reflection leads to the following research question: What logistics strategy for locating and storing data center facilities can reduce costs for big data players? The general objective of this paper is to identify the logistics strategy of location and storage used by data players to reduce their costs in the physical facilities of the Data Center physical facilities. The research methodology includes bibliographic research, with a qualitative approach. The results show decisions in Google and Microsoft Azure logistics strategies for locating and storing hardware and network resources in data center facilities to reduce power and labor and facility costs. It can be concluded that logistics has been one of the supporting elements in the market competition between Google and Microsoft Azure for the management and growth of big data on the internet.

Key-words: Logistic strategy, *Data center*, *Big data*



1. INTRODUÇÃO

Esta é a era da informação, do conhecimento e da internet com um imenso crescimento no número de usuários e da quantidade e variedade de dispositivos para acesso ao ambiente virtual. Grandes *players* se destacaram mundialmente investindo em sistemas, aplicativos e softwares para atender às inúmeras demandas do mercado. Deste modo são gerados trilhões de dados diariamente gerando diversos recursos big data para armazenamento e gerenciamento desses recursos.

Esse crescimento do ambiente virtual é sustentado pelo avanço tecnológico e pelo elevadíssimo investimento em estrutura física de servidores de rede e *hardware* de computadores inovadores e com formidável capacidade de processamento. Assim, os custos da estrutura das instalações físicas para armazenar o hardware e os servidores de rede tem aumentado a cada ano, passando a ser um fator de competitividade entre os grandes players da internet, onde os aspectos logísticos de armazenagem e localização dos data centers podem ser decisivos para a vantagem competitiva das empresas que possuem big data.

Os grandes players do mercado de big data sabem disso, por isso estão desenvolvendo estratégias logísticas de localização e armazenagem dos recursos de hardware e rede do data center para reduzir seus custos e aumentar sua capacidade de gestão do big data. Essa reflexão leva a seguinte pergunta de pesquisa: Qual a estratégia logística de localização e armazenagem das instalações de data center pode reduzir os custos para os grandes players de Big Data?

O objetivo geral deste trabalho é identificar a estratégia logística de localização e armazenagem utilizados pelos grandes players do big data para diminuir seus custos nas instalações físicas nas instalações da estrutura física de data center.

2. METODOLOGIA

Segundo Gil (2008, p.50), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, logo, é de suma importância o levantamento bibliográfico para uma construção de argumentação teórica sobre big data, data center e estratégia logística para aplicação do método dedutivo no desenvolvimento dos resultados com a pesquisa qualitativa.

De acordo com Diniz e Silva (2008, p.6) o método dedutivo faz parte de leis universais, supostos que possuem premissas racionais e deduzem, é um exercício que criado pela razão elaborando ideias iniciais e regras para a conclusão se denominando conclusão.



Para Keringer (2003, p.12), a pesquisa qualitativa traz a perspectiva do olhar subjetivo que interage com seu objeto de pesquisa e observando os fenômenos, uma descrição de como se forma as situações sociais de modo compreensivo em oposição a explicação e baseada na ação concreta com uma análise hermenêutica.

3. BIG DATA

Segundo Silveira, Marcolin e Freitas (2015, p.4) Big Data é conceito abstrato, pois é um grande volume de dados, informações que são de grande importância na tomada de decisão corporativa.

Dados que por sua vez não são tratados, ou seja, são apenas armazenados, dados sem ordem nenhuma chamados de Meta Dados. Dados estes que são apenas coletados aleatoriamente de vários ambitos, segundo Elias (2014) são dados de sistema OLTP, arquivos em variados formatos, até incluindo sistemas de ERP e CRM (figura 1).

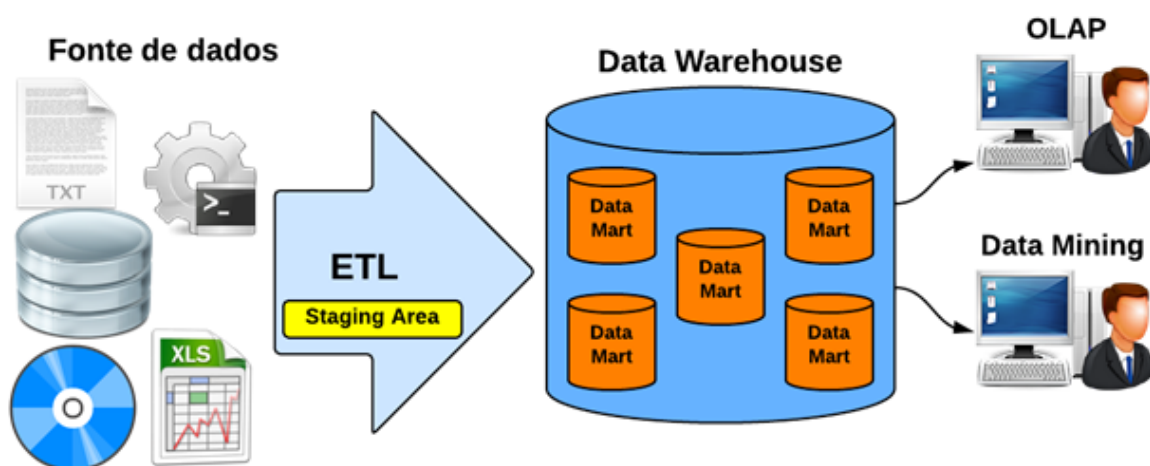


Figura 1 - Conhecendo a arquitetura de Data Warehouse
Fonte: Elias (2014)

Tudo é coletado por uma ferramenta chamada de ETL (Extract, Transform and Load) que significa extração, transformação e carregamento. Ferramenta que já para Awadallah (2013) é formada por conectores que possam ler, gravar diferentes fontes e destino; quais transformações precisam ser feitas; separação dos dados por biblioteca (ou seja, temas) e um mecanismo que possa tornar os dados coletados minimamente legíveis em tempo real, conforme na figura 2.

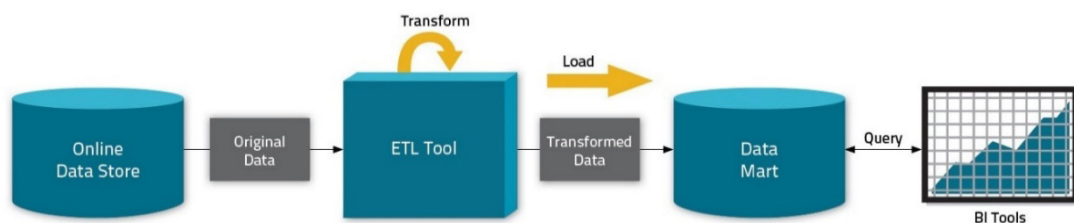


Figura 2. Tradicional ETL
Fonte: Awadallah (2013)

Por sua vez é transformado e armazenado em lugares específicos, sendo para Elias, armazenado em Data Mart que é um local onde há informações muito específicas, porém de menor proporção. Mas como este volume de dados é formado a informação de real interesse? Na visão de Cabral e Said (2014, p.13) para isso é necessário a coleta de dados pré tratados através e utilização de algoritmos em Data Mining, algo indispensável. O processo fica estruturado conforme apresentado na figura 3



Figura3 - Fases de data mining.
Fonte: Cabral e Said (2014)

Resumidamente é uma informação A informação por sua vez retirada, a grande parte não possui um “dono”. É uma informação tratada e armazenada fisicamente em Data Centers. De acordo com Galdino (2016) o Big Data representa o tratamento de dados com o apoio de algoritmos inteligentes que chegam um resultado e dando a conclusão da possível ação a ser tomada. Além disso, para Fagundes, Macedo e Dutra (2017) o Big Data é composto de 7 Vs: Volume (quantidade de informações), Variedade (diversidade de informações), Velocidade (relação com o tempo de resposta), Veracidade (confiabilidade), Valor (o retorno do investimento sobre o resultado), Variabilidade (dados em constante variação), Visualizações (quantos visualizaram a informação).

4. INSTALAÇÕES FÍSICAS DE DATA CENTER

Fracalossi Junior (2015, p.18) define que data center é uma edificação, como forma de suportar as telecomunicações que possuem espaços sobre medida para armazenar uma grande quantidade e variedade de equipamentos com o finalidade de armazenar, transmitir e processar os dados. Além disso, ele mostra um esque-

ma de formação de como o Data Center é composto (figura 4).

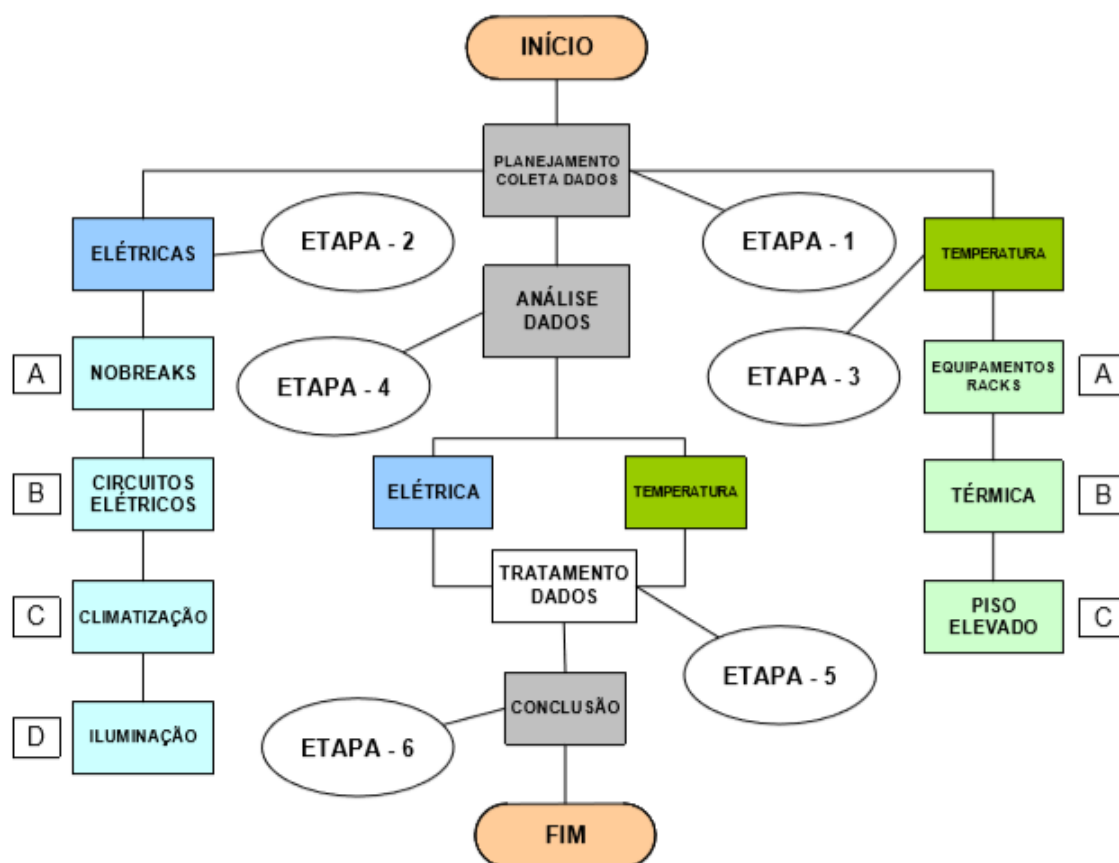


Figura 4 - Planejamento para realizar as coletas de dados
Fonte: Fracalossi Junior (2015)

De acordo com Zucchi (2013, p.46), é necessário ter um equilíbrio entre três fatores: conhecimento das tendências tecnológicas, padronização e modularidade. Quando falamos de tendências o mundo da tecnologia é dinâmico em relação a inovação, não somente se tratando de hardware, mas da capacidade de refrigeração, os cabos e os quais hacks devem serem utilizados. A padronização está no sentido de estar organizado, tudo precisa estar bem colocado no espaço físico evitando uma futura confusão em momento em caso de manutenção. A modularidade se trata da flexibilidade no sentido de realizar mudanças sem gerar grandes transtornos.

Há outros fatores que devem ser levados em consideração. A norma TIA-942-B cita que o Data Center precisa ter sete infraestruturas básicas: Entrada para a fonte de energia oriunda concessionária, supressor de surto (item utilizado para proteger os equipamentos), gerador de energia (em caso de quedas de energia), sistema de climatização (as máquinas precisar ter um ótimo sistema de resfriamento), Nobreak (para estabilizar já o que está ativo), distribuição de energia para os equipamentos de TI e equipamentos existentes no Data Center (com fins de manutenção, manejo, limpeza etc).

5. ESTRATÉGIA LOGÍSTICA

De acordo com Ballou (2006, p.67) a estratégia logística tem três objetivos principais que são: redução de custos, redução de capital e a busca de melhoria de serviço. Porém segundo Rodriguez (2003) que esse objetivos sejam realizados na logística moderna é necessário nos apoiar em 4 pilares que agregam valor a cadeia produtiva: lugar, tempo, qualidade e informação.

Já para Murça (2003, p.2) para tomar decisão temos que colocar como objetivo principal o serviço dado ao cliente (produto, serviços logísticos e sistema de informação) e para isso é necessário ter como base estratégia de estoque, localização e transporte. A estratégia de estoque é composta por previsão, fundamentos da estocagem, decisões e a programação de compras e de suprimentos. A estratégia de transporte envolve os fundamentos e decisões. A estratégia de localização envolve as decisões e o planejamento da rede (figura 5).

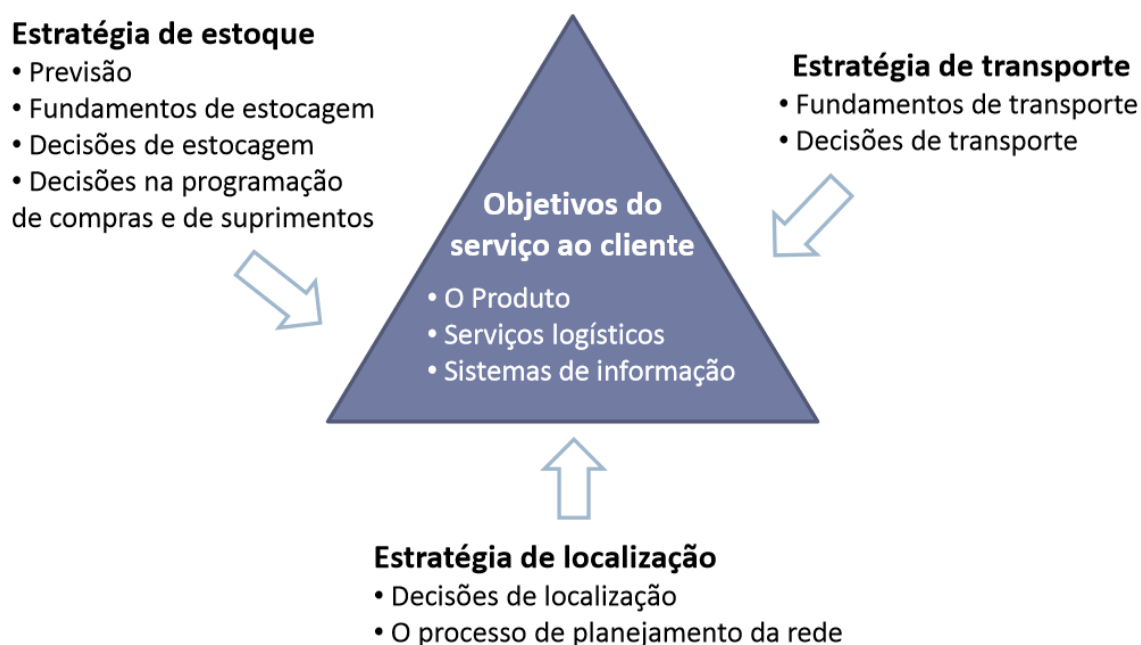


Figura 5 - Objetivos do serviço ao cliente
Fonte: Murça (2003)

6. ESTRATÉGIA LOGÍSTICA DOS GRANDES PLAYERS DE BIG DATA

A Google é uma empresa que oferece serviços online de Software localizada do Vale do Silício nos Estados Unidos. De acordo com a Google (20019) seus serviços são com base na internet, inclusive através de publicidade. Além disso, é uma empresa dona dos mais diversos serviços e produtos de Big Data: Youtube (vídeo), Gmail (provedora de e-mail), Google Drive (armazenamento), Google Maps (mapas) etc. Essa grande variedade de produtos e serviços oferece para empresa uma imensa quantidade de dados, que de acordo com a Google (2019) são armazenados em seus Data Centers (figura 6). Segundo a Google (2019) seus Data Centers



foram construídos com base na eficiência, energia renovável e locais seguros (estabilidade e com infraestrutura).

A Microsoft Azure faz parte da Microsoft Corporation que começou como criadora do sistema operacional mais presente no mundo, o Windows. De acordo com a Microsoft (2019) junto a Microsoft Azure estão vinculados os seguintes serviços de Big Data: One Drive (armazenamento), Outlook (e-mail), Bing (busca), Microsoft Office Online (conjunto de ferramentas para construção de material virtual) etc. Além disso, segundo a Microsoft Azure (2019) é uma plataforma onde qualquer um possui acesso, utilizada como servidor de máquinas virtuais, desenvolvimento de machine learning. Todos esses produtos e serviços de Big Data estão localizados no Data Centers da Microsoft Azure (figura 7). A Microsoft Azure (2019) afirma que seus Data Centers foram construídos com base na proteção dos dados (locais com infraestrutura e mão de obra especializada), escalabilidade global (maior presença e proximidade dos clientes) e sustentabilidade (eficiência energética).

Ao olhar o mapa da Google (figura 6) percebe-se que uma boa parte de seus Data Centers estarem localizados em pontos estratégicos. A grande maioria está localizada ao norte, perto círculo polar norte, ou seja, são regiões frias. De acordo com a Google (2019) os seus Data Centers possuem um compromisso com a eficiência energética. Um dos maiores custos com um Data Center é a energia utilizada do processamento, armazenamento e inclusive resfriamento dos componentes. Portanto, podemos concluir que a localização de Data Centers em locais frios faz com que o Google tenha menores custos em refrigeração.

Américas

Berkeley County, Carolina do Sul
Council Bluffs, Iowa
Douglas County, Georgia
Condado de Jackson, Alabama
Lenoir, Carolina do Norte
Mayes County, Oklahoma
Condado de Montgomery, Tennessee
Quilicura, Chile
The Dalles, Oregon

Ásia

Changhua County, Taiwan
Cingapura

Europa

Dublin, Irlanda
Eemshaven, Holanda
Hamina, Finlândia
St Ghislain, Bélgica



Figura 6 – Google Data Centers
Fonte: Google (2019)

Outros itens observados no mapa são os de Changhua e do Quilicura. O de Taiwan pode se observar os seguintes objetos inclusive localizados próximos ao Data Center na figura 7. De acordo com a observação, são usinas eólicas, uma

energia barata e renovável. Também é importante ressaltar o tamanho da estrutura física do Data Center.



Figura 7 – Chaghua County Data Center.
Fonte: Google (2019a).

O Data Center de Quilicura está localizado no Chile, em uma região alta, próxima a Cordilheira dos Andes. A cidade de Quilicura registra as seguintes médias na figura 8. E é uma região de grande altitude e de clima seco (um clima favorável a conservação dos equipamentos instalados).

Quilicura, Chile

Médias do clima

Visão Geral

Gráficos

Temperaturas (°C)

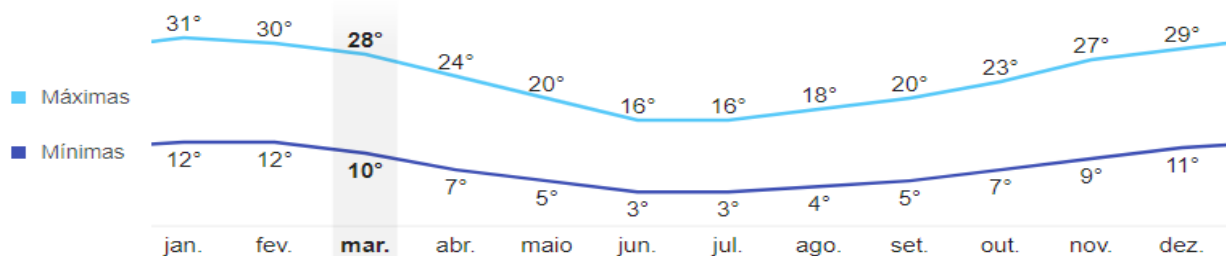


Figura 8 – Clima de Quilicura
Fonte: Google (2019b)

Graças à localização escolhida com base na estratégia logística visando os custos energéticos a Google e assim consegue oferecer serviços oriundo de seus Data Centers com maior competitividade e estar muito presente no mercado. Por outro lado, os Data Centers da Microsoft Azure (2019), observa-se no mapa (figura 9), a concentração da grande parte de seus Data Centers em regiões mais frias. Outro item a ser destacado é que a Microsoft Azure possui um número maior de Data Centers que a Google e são bem espalhados pelo globo terrestre. A Microsoft Azure assim como a Google procura locais mais frios para ter menos custos com energia, mas há projetos da Microsoft Azure que oferecem iniciativas muito inovadoras o projeto Natick.

O projeto Natick, segundo a Microsoft Research (2016), está na localizado na Escócia, é uma iniciativa que cria Data Centers alocados no fundo do Oceano



devido a baixas temperaturas, algo que implica nos seguintes benefícios: baixos custos com energia e principalmente se estiver localizado em águas internacionais não será necessário pagar tributos a uma nação (há benefícios sobre a jurisdição também por outro lado).



Figura 9 – Regiões do Azure
Fonte: Microsoft Azure (2019).

No mapa da figura 9, não se preocupe se não está conseguindo ler os nomes indicados, a intenção é mostrar a quantidade de instalações físicas de Data Center (número de bolinhas azuis) que existem no mundo, destacando o maior número de Data Centers localizados na Índia. De acordo com Martins, Gonzalo e Szapiro (2018, p.27) a Índia oferece mão de obra qualificada e de baixo custo, ou seja, o custo operacional foi levado em conta em sua localização. A Microsoft é pioneira, está a procura de diversas formas de ter baixos custos, mas pensando não somente em locais pelo fato de serem mais frios. Uma maior dispersão revela outro fator, oferecer um serviço mais estável, de maior qualidade e assim diminuindo as chances de prejuízos causados por instabilidade.

Portanto, é de conhecimento que os grandes Big Data que estão localizados nos Data Centers que são grandes estruturas físicas para armazenagem de dados virtuais. Dados que por sua vez é captada de qualquer fonte, uma informação de qualquer tipo, muitas delas geradas sem ter um proprietário ou pública. Algo que é captado, tratado, manipulado e vendido aos seus clientes de várias formas. O lucro dessas grandes organizações é oriunda da prática de tratamento e disponibilização dessa informação de forma inteligente, útil, algo que inclusive explica a crescente demanda no mundo por algoritmos no mundo. De acordo com o descrito, a Google e a Microsoft Azure, se utilizam de locais com climas mais frios para ter benefícios em relação à redução de custos adquiridos na economia de energia utilizada na refrigeração dos Data Centers. Além disso elas levam consideração a outras coisas se observarmos bem os mapas, são locais estratégicos, estáveis e com infraestrutura necessária para suportar uma estrutura de complexidade tecnológica.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O poder da competitividade dos grandes players de Big Data está na sua capacidade de armazenamento virtual que se converte nas instalações físicas para equipamentos e sistemas de rede, ou seja, depende dos Data Centers para sustentar o ambiente virtual, uma necessidade cada vez maior e constate na era da informação, quanto maior o volume de Big Data maior será a necessidade de Data Centers. Estes players conseguem armazenar seus dados em grande volume, com baixo custo baseado nos benefícios trazidos em sua localização, ponto em destaque que a logística agrega valor.

Uma boa localização reduz custos para o Big Data dos players devido aos critérios estratégicos utilizados (infraestrutura, mão de obra barata e especializada, estabilidade, segurança e custos com energia) que trazem condições mais competitivas. Além disso ganham altos lucros no fornecimento e uso da informação, muitas vezes sem propriedade intelectual, que é sintetizada e vendida no mercado.

Seus projetos ambiciosos atraem a atenção do público, ou seja, é possível encontrar o uso da estratégia de marketing para vender seus serviços. Outro item que eles destacam é um caráter sustentável de suas iniciativas.

Conclui-se que a logística tem sido um dos elementos de sustentação na competição de mercado entre a Google e a Microsoft Azure para a gestão e crescimento do big data na internet.

Uma sugestão para estudos futuros seria o enfoque de projetos inovadores como o projeto Natick se tornarem algo comum. Por sua vez, outra sugestão seria um estudo de localização das grandes redes físicas associadas ao Data Center procuraria resultados complementares a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AWADALLAH, Amr. **Big Data's New Use Cases: Transformation, Active Archive, and Exploration**. 2013. Disponível na World Wide Web: < <https://blog.cloudera.com/blog/2013/02/big-datas-new-use-cases-transformation-active-archive-and-exploration/> >. Acesso em: 31 de março de 2019.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. tradução Raul Rubenich. – 5. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre : Bookman, 2007.

CABRAL, Pedro; SAID, Gustavo. **A sociedade na era do big data: Dados demais, filtro de menos**. Artigo Congresso Internacional de Ciberjornalismo. UFMS, Campo Grande, 2014. Disponível em: < <http://www.ciberjor.ufms.br/ciberjor5/files/2014/07/pedroalexandre.pdf> >. Acesso em: 31 de março de 2019.

DINIZ, Célia Regina; SILVA, Iolanda Barbosa da. **Tipos de métodos e sua aplicação**. Natal, EDUEP, 2008.

ELIAS, Diego. **Conhecendo a arquitetura de Data Warehouse**. Canaltech, 2014. Disponível na World



Wide Web: <<https://canaltech.com.br/business-intelligence/conhecendo-a-arquitetura-de-data-warehouse-19266/>>. Acesso em: 31 de março de 2019.

FAGUDES, Priscila Bastos; MACEDO, Douglas Dyllon Jeronimo de; DUTRA, Moisés Lima. **Uma Análise das Relações entre a Qualidade da Informação e Big Data**. Informação & Tecnologia (ITEC), Marília/João Pessoa, v.4, n.2, p.206-220, jul./dez. 2017.

FRACALOSSO JUNIOR, Juarez Santana. **Eficiência energética em data center: estudo de caso Univas**. 2015. Monografia (Graduação em Engenharia da Computação) – Universidade do Vale do Taquari - Univas, Lajeado, jun. 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/984>>. Acesso em: 31 de março de 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GOOGLE. **Google Data Centers**. Disponível em: < <https://www.google.com/about/datacenters/inside/locations/index.html> >. Acesso em: 31 de março de 2019.

_____. **Data Center Taiwan**. Google Maps. Disponível em:<<https://www.google.com.br/maps/place/Changhua+County+Google+Data+Center/@24.1308653,120.4229734,1008a,35y,39.17t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x346943fbc78300d7:0x9e50996225841a63!8m2!3d24.1393646!4d120.4252586>>. Acesso 2019a.

_____. **Clima de Quilicura**. Disponível em: < https://www.google.com/search?ei=DCGqXIHsLM-jW5OUP0rOCiAY&q=clima+de+quilicura&oq=clima+de+quilicura&gs_l=psy-ab.12..0i19.13883.15357..16401...0.0..0.118.419.2j2.....0...1..gws-wiz.....0i71j0i8i30i19j0i7i30i19j0i30i19.whDAifn3Yr8> . Acesso 2019b.

KERLINGER, Fred N. **Metodologia da Pesquisa em Ciências Sociais: um tratamento conceitual**. São Paulo, EPU, 2003

MARTINS, Pedro; GONZALO, Manuel; SZAPIRO, Marina. **Sistemas setoriais de inovação em países emergentes: o software na Índia e no Brasil em perspectiva comparada**. p. 853-872 . In: . São Paulo: Blucher, 2018. ISSN 2357-7592, DOI 10.5151/enei2018-48

MURÇA, Mayara Condé Rocha. **Decisões de Localização de instalações**. Outubro, 2003. Disponível em: < http://www2.ita.br/~correia/TRA-53/semana_10.pdf >. Acesso em: 31 de março de 2019.

MICROSOFT AZURE . **Regiões do Azure**. Disponível em: < <https://azure.microsoft.com/pt-br/global-infrastructure/regions/> >. Acesso em: 31 de março de 2019.

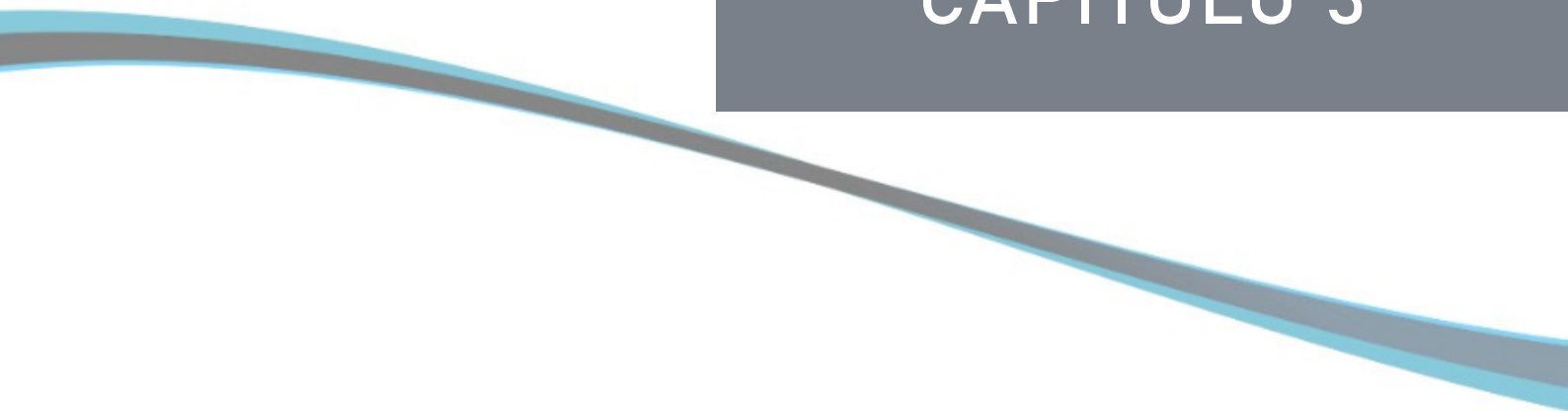
MICROSOFT RESEARCH. **Microsoft's underwater datacenter: Project Natick**. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=L2oJw1a_qEM >. Acesso em: 31 de março de 2019

SILVEIRA, M.; MARCOLIN, C. B.; FREITAS, H. M. R. **Uso Corporativo do Big Data: Uma Revisão de Literatura**. Revista de Gestão e Projetos, v. 6, n. 3, p. 44-59, 2015

UPTIME INSTITUTE. **Tier Certifications do Uptime Institute**. Disponível em: < <https://pt.uptimeinstitute.com/TierCertification/> >. Acesso em: 31 de março de 2019.

ZUCCHI, Wagner Luiz e AMÂNCIO, Anderson Barreto. **Construindo um Data Center**. São Paulo: Revista USP, n. 97, p. 43-58 Março/Abril/Maio, 2013.





CAPÍTULO 3

ADERÊNCIA DE BARRAS CORROÍDAS EM CONCRETO REFORÇADO COM FIBRA DE AÇO

BOND OF CORROSED BARS IN STEEL FIBER REINFORCED CONCRETE

Carlos Rodrigo Costa Rossi
Rodrigo Rodrigues da Cunha
Murilo Soares Santos
Vinícius Martins Ribeiro
Lucas Manuel Campos Costa
Igor Antunes Rezende

Resumo

Devido à ameaça de corrosão das barras de reforço de aço embutidas em concretos tornou-se uma grande preocupação. Portanto, muitos estudos relacionados ao nível de corrosão e comportamento de aderência foram realizados. Este trabalho avalia a influência das fibras de aço na aderência entre armadura após corrosão induzida e concreto pelo ensaio de arrancamento, Pull Out Test (POT). Foram realizados procedimento de corrosão acelerada para que a barra de aço sofresse variação de seção e perda de sua nervura de forma a reduzir a tensão de aderência. Com isso, avaliou-se o desempenho da aderência dessas barras em concretos reforçados com fibra de aço (CRFA), pois os mesmos apresentam desempenho mecânico superior aos convencionais. Os ensaios mecânicos foram analisados aos 28 dias, resistência à compressão e o POT. As amostras de CRFA apresentam teor de 0,5% e 1% em relação ao peso do concreto e obtiveram resultados satisfatórios em todos os ensaios realizados.

Palavras chave: Corrosão, Propriedades de aderência, CRFA.

Abstract

Due to the threat of corrosion of steel reinforcing bars embedded in concrete has become a major concern. Therefore, many studies related to the level of corrosion and bond behavior were performed. This work evaluates the influence of the steel fibers on the bond between reinforcement after induced corrosion and concrete by the Pullout Test (POT) standard test. An accelerated corrosion procedure was performed so that the steel bar suffered a variation of section and loss of its groove in order to reduce the bond strength. Thus, the performance of the adhesion of these bars in steel fiber reinforced concrete (SFRC) was evaluated, since the same ones present mechanical performance superior to the conventional ones. Mechanical tests were analyzed at 28 days, compressive strength and POT. The samples of CRFA presented content of 0.5% and 1% in relation to the weight of the concrete and obtained satisfactory results in all the performed tests.

Key-words: Corrosion, Bond Properties, SFRC.



1. INTRODUÇÃO

A corrosão das barras é um importante fator contribuinte para a deterioração de estruturas de concreto armado e protendido. Mais especificamente, as estruturas expostas à água do mar e produtos químicos contendo cloretos são mais vulneráveis à corrosão. Na presença de cloreto, a camada passiva protetora de aço é destruída localmente e as áreas de aço desprotegidas se dissolvem. A formação de produtos de corrosão (ferrugem) envolve um aumento substancial de volume, isto é, o volume de produtos de corrosão é maior do que o da barra de aço original. Portanto, tensões expansivas são induzidas em torno de barras de aço corroídas, causando possível rachadura, fragmentação da cobertura de concreto e perda de ligação entre aço e o concreto e, assim, reduzindo a capacidade de manutenção de estruturas de concreto conforme Abosrra *et al.* (2001). Além disso, as armaduras usadas em muitas estruturas de concreto armado são expostas à umidade do ar, causando ligeira corrosão, mesmo antes de serem concretadas.

Os resultados disponíveis na literatura enfocam: (a) técnicas para medir a quantidade de corrosão; (b) comparação de estudos laboratoriais e de nível de corrosão em campo; (c) utilização de misturas redutoras de corrosão como constituintes de novos concretos, e aditivos de penetração para estruturas existentes com vista a reduzir a taxa de corrosão de acordo com Chung *et al.* (2008).

É de conhecimento global que o concreto simples tem baixo desempenho aos esforços de tração. Dessa forma, a armadura veio complementar o desempenho do concreto, mas ainda era necessário reduzir ainda mais as fissuras, possibilitando o uso de fibras, dentre as diversas fibras no mercado, pode-se destacar as de aço. A fibra, como qualquer outra adição, melhora o desempenho no concreto, fazendo parte do setor de “novas tecnologias” dentro da construção civil. Os concretos reforçados com fibras de aço, CRFA, constituem-se em um dos materiais mais promissores para utilização estrutural, pois a presença das fibras possibilita que o concreto sustente grandes deformações na carga de última de ruptura ou próxima a ela e, além disso, aumentam a resistência à tração, flexão, cisalhamento e compressão, devido à capacidade de transferir cargas pelas fissuras, além de aumentar a sua capacidade de absorver energia e de controlar o mecanismo de abertura de fissuras para Gomes (2016). O concreto reforçado com fibra de aço (CRFA) está tornando-se cada vez mais comum e é provável que os comprimentos de ancoragem sejam menores que os do concreto armado.

A fim de compreender qualitativamente e quantitativamente os efeitos da corrosão nas propriedades da aderência nos CRFA, o ensaio de arrancamento é o mais prático para determinação da tensão de aderência. Assim, analisar-se-á o ganho de resistência devido à utilização de fibra (0,5% e 1%).



2. PROGRAMA EXPERIMENTAL: MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais Constituintes

Foram estudados três tipos de concreto (um sem fibra, referência, e os outros dois com fibra) com base em estudos conforme Rossi (2018). Utilizou-se cimento CII F-32, agregados, água, aditivo químico e fibras de aço do tipo crimped da SHEIKAN ANCOR-JET (Figura 1), fator de forma de 30 e comprimento (l_f) de 35 mm. A quantidade de fibra utilizada foi 39,25 kg/m³ e 78,50 kg/m³ de concreto que corresponde ao teor de fibra (V_f) de 0,5% e 1,0 %. A fibra tem massa específica de 7850 kg/m³.



Figura 1 – Fibras corrugadas (crimped)

O agregado graúdo utilizado nesse estudo foi constituído por seixo, agregado típico da região Norte brasileira. Esse agregado apresentou a partir da distribuição granulométrica preconizada pela ABNT NBR NM 248 (2011) com diâmetro máximo de 9,5 mm. Além disso, para esse agregado a massa específica foi igual a 2,63 kg/m³ e a massa unitária, 1,74 kg/m³, conforme ABNT NBR NM 53 (2009) e ABNT NBR NM 45 (2012), respectivamente. O agregado miúdo foi composto por areia média, pois apresentou 2,7 de módulo de finura, massa unitária igual a 2,83 kg/m³ e 2,45 kg/m³ de massa específica, de acordo ABNT NBR NM 248 (2011), ABNT NBR NM 45 (2012) e ABNT NBR MN 52 (2009), respectivamente.

A armadura usada foi de aço CA-50 com diâmetro nominal de 10 mm e resistência à tração (tensão x deformação) determinada segundo a Figura 2. Conforme os dados obtidos da Figura 2, a barra de 10 mm testada apresentou 2,26‰ de deformação de escoamento, 525 MPa de tensão de escoamento, 233 GPa de Módulo de Elasticidade e 685 MPa de tensão de ruptura, conforme especificações da ANBT NBR 6892 (2013).

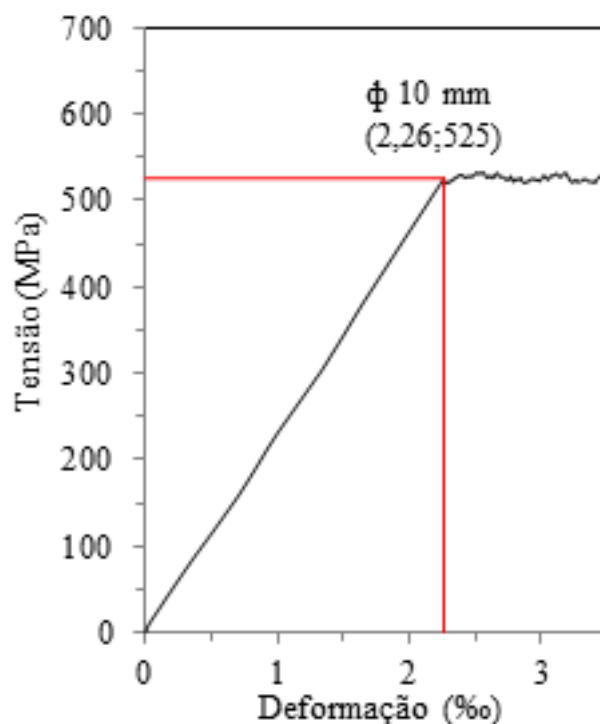


Figura 2 – Tensão de tração da armadura aço CA 50 utilizada: tensão versus deformação

Os testes experimentais deste trabalho foram realizados utilizando-se concreto de resistência de 25 MPa, bastante usual em estruturas convencionais de concreto armado. A Tabela 1 apresenta o consumo de todos os materiais, separando as mesmas pelo teor de fibra (V_f).

Material	Consumo (kg/m ³)		
	$V_f = 0\%$	$V_f = 0,5\%$	$V_f = 1\%$
Cimento (CPII F-32)	410	410	410
Areia natural quartzosa de leito de rio	737	737	737
Agregado graúdo (Seixo rolado)	993	993	993
Água	205	205	205
Superplastificante	1,07	1,13	1,17
Fibras (<i>crimped</i>)	0,0 (0%)	39,25 (0,5%)	78,50 (1%)

Tabela 1 – Materiais constituintes do concreto.

2.2. Método de corrosão acelerada

Inicialmente, todas as barras sofreram um processo inicial de limpeza, utilizou-se um recipiente com 7,9 l (litros) de água, 1,0 l (litro) de HCl e 27 g de Hexametenotetramina. A imersão das barras ocorreu durante 2h, sendo lavadas posteriormente em água corrente. As barras foram devidamente secadas e pesadas. Posterior a lavagem, secagem e pesagem, 9 barras foram imersas em solução de NaCl a 3,5% em peso de água (Figura 3).

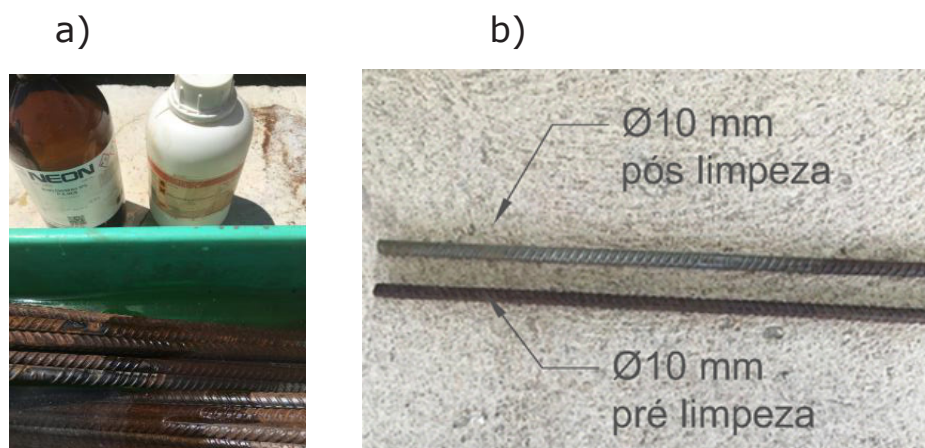


Figura 3 – Limpeza das barras. a) em solução; b) comparação entre barra após processo de limpeza e antes

Em seguida, um tanque de poliestireno expansivo com capacidade de 15 litros foi preenchido até a metade com a solução. Para acelerar o processo de corrosão das barras, foi utilizada uma fonte de alimentação com uma saída de 12 V DC e 30 amperes (Figura 3). Também deve ser notado que a corrente imposta cria uma corrosão instantânea, pois a corrente da fonte utilizada é superior as correntes de 0,4 A e 12 A conforme Abosrra *et al.* (2001) e Chung *et al.* (2008), respectivamente.

Em meio natural, entretanto, existe um período longo de tempo necessário para que os cloretos reajam primeiramente com elementos do meio ambiente como H_2O , CO_2 para vencer as primiras camadas de proteção da armadura formada principalmente por óxidos. Esse processo é acelerado pelo aumento da corrente em laboratório como esta sendo descrito conforme Apostolopoulos *et al.* (2013). Essa condição impressa em larga escala para simular os fatores naturais modifica as condições da barra, tornando-a um elemento ácido visto que os íons de ferro tornam-se hidrolisados proporcionalmente à fórmula (Eq. 1) e os cloretos reagem de acordo com a reação anódica (Eq. 2) reduzindo massa da armadura.



A quantidade de corrosão está relacionada à energia elétrica consumida, que é uma função da tensão, amperagem e intervalo de tempo. O terminal positivo foi conectado à barra deformada enquanto o terminal negativo foi conectado à barra de cobre conforme Figura 4. A fim de estabelecer diferentes níveis de corrosão de reforço, o tempo de corrosão acelerado foi estendido ao longo de 5h e 8h. A corrosão foi medida usando a porcentagem de perda de massa. A quantidade de corrosão pode ser estimada a partir da Eq. 3:

$$\text{Perda de massa} = \frac{\text{massa inicial} - \text{massa após corrosão}}{\text{massa inicial}} \quad (3)$$

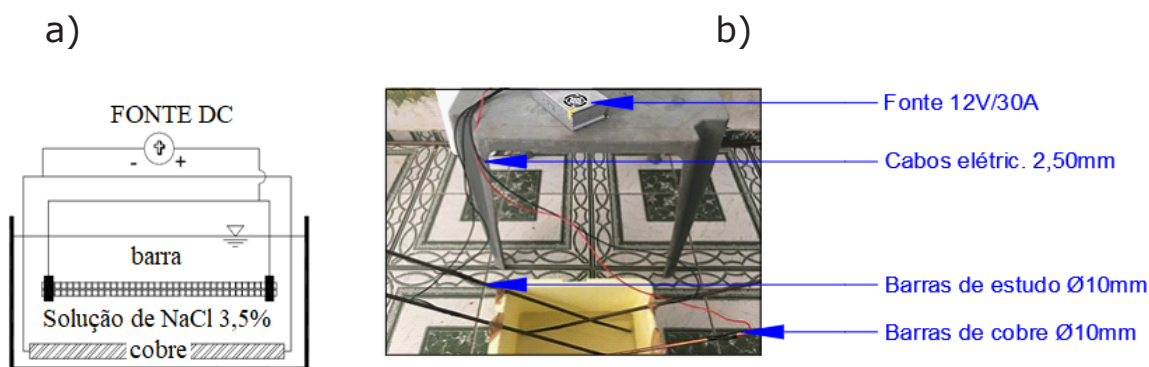


Figura 4 – Corrosão acelerada. a) modelo esquemático do sistema de corrosão; b) posicionamento de 3 barras de aço e barra de cobre no recipiente

2.3. Verificação de resistência à compressão do concreto

Foram moldados seis corpos de prova cilíndricos (CPs) de dimensões 100 mm x 200 mm para determinação da resistência à compressão para cada teor de fibra (Figura 5), na idade de 28 dias, conforme especificações da ABNT NBR 5739 (2018). O procedimento de moldagem e cura seguiu as recomendações da ABNT NBR 5738 (2015). A Tabela 2 apresenta os resultados de resistência à compressão (f_{ck}) dos 6 corpos de prova para cada teor de fibra inserido e a média da resistência ($f_{ck,med}$).

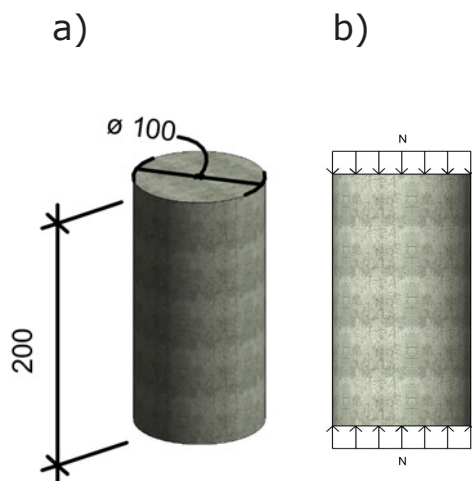


Figura 5 – CP cilíndrico: a) dimensionamento do CP (em milímetros) e b) ensaio de compressão axial

V_f (%)	CP	f_{ck}	$f_{ck,med}$
0,0%	CP1	23,12	23,42
	CP2	24,95	
	CP3	23,33	
	CP4	21,71	
	CP5	23,76	
	CP6	23,66	
0,5%	CP1	18,96	24,51
	CP2	22,40	
	CP3	24,30	
	CP4	24,49	
	CP5	30,98	
	CP6	25,91	
1,0%	CP1	24,83	25,79
	CP2	29,42	
	CP3	25,59	
	CP4	25,53	
	CP5	24,53	
	CP6	24,82	

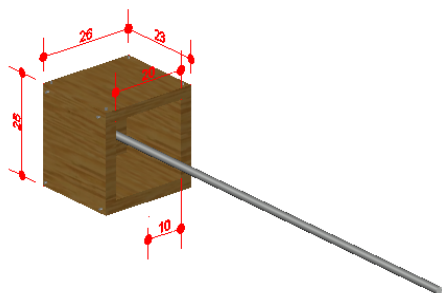
Tabela 2 – Resultado da resistência à compressão para cada tipo de teor de fibra.

2.3. Procedimento de ensaio Pull-Out

Uma maneira de avaliar a ligação aço-concreto é investigar a evolução da tensão-deslizamento da ligação geralmente obtida através de testes Pull-Out conforme Diab *et al.* (2014). Mesmo que esses testes não sejam totalmente satisfatórios devido a condições de contorno ou estado de estresse. Eles continuam sendo o ensaio mais conveniente e mais simples para se obter uma estimativa global de do efeito da ligação.

RILEM RC6 (1983) e EN 10080 (2005) informam que o ensaio de arrancamento consiste na extração de uma barra de aço embutida em um prisma de concreto. As recomendações estipulam que as dimensões dos cubos do concreto são iguais a dez vezes o diâmetro da barra (10ϕ , ou o tamanho mínimo de 200 mm) e a ancoragem é fixada em cinco vezes o diâmetro da barra (5ϕ). Há uma parte sem aderência de 50mm, local onde o LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*) é instalado para análise de deslizamento (Figura 6).

a)



b)



c)



Macaco hidráulico

Célula de carga

Corpo de prova

LVDT

Figura 6 – Preparo para o Pull Out Test (POT): (a) Dimensões da fôrma para o corpo-de-prova conforme recomendações RILEM (1983). (b) CPs no processo de cura após concretagem; e (c) Localização dos equipamentos para medição da carga e do deslizamento da barra ancorada nos CPs

3. RESULTADOS ESPERADOS

3.1. Perda de massa

A Figura 7 apresenta a barra após a corrosão induzida, com perda visual de seção na região que em que foram submersas a solução de NaCl (3,5%) com corrente elétrica, além de redução significativa da altura da nervura. Foram utilizados 3 barras (B) para avaliar a perda de massa dessas barras antes da concretagem variando o teor de fibra. A Tabela 3 apresenta as amostras de barras com massa inicial e massa final para determinação da perda de massa (em %).



Figura 7 – Barra após 8h de corrosão acelerada (perda notável de seção e nervura)

V_f (%)	Barras	COM CORROSÃO		
		massa inicial (kg)	massa final (kg)	Perda de massa (%)
0%	B1	0,570	0,520	8,77%
	B2	0,640	0,630	1,56%
	B3	0,595	0,585	1,68%
	Média	0,618	0,608	1,62%
0,5%	B1	0,610	0,600	1,64%
	B2	0,710	0,705	0,70%
	B3	0,595	0,555	6,72%
	Média	0,660	0,653	1,17%
1%	B1	0,570	0,568	0,35%
	B2	0,680	0,660	2,94%
	B3	0,595	0,590	0,84%
	Média	0,615	0,606	1,38%

Tabela 3 - Perda de massa das barras que sofreram corrosão induzida.

3.2. Curva do carregamento x deslizamento

Com a realização do ensaio pelo método PIT obtém-se as intensidades das forças em kN em função do deslizamento da barra de aço. De acordo com as recomendações da RILEM RC6 (1983), com este valor de força dividido pela área de ancoragem da barra, calculou-se a tensão de aderência (τ_b), como mostra a equação abaixo:

$$\tau_b = \frac{F}{A_l} = \frac{F}{\pi \cdot \phi \cdot l_b} \text{ (MPa)} \quad (4)$$

Onde, F é a força de arrancamento, A_l é a área lateral ou área de contato da barra com concreto, ϕ é o diâmetro da barra de aço e l_b é o comprimento de ancoragem do ensaio ($=5 \phi$). Vale ressaltar que a tensão máxima de aderência ($\tau_{b,max}$) foi calculada com base na força máxima de arrancamento.

A Figura 8 e Tabela 4 apresentam o comportamento da curva de tensão de aderência x deslizamento e os resultados, respectivamente, das amostras do qual apresentou nomenclatura POT- *C ou SC*-FV_f (C para barras corroidas e SC para barra que não foram induzidas à corrosão e V_f é o teor de fibra). Para cada teor de fibra houve 3 barras analisadas, a Figura 8 apresenta os valores médios de cada grupo e a Tabela 3 apresenta os valores máximos de cada amostra em força, deslizamento máximo (s_{max}) e tensão de aderência e a média dos mesmos.

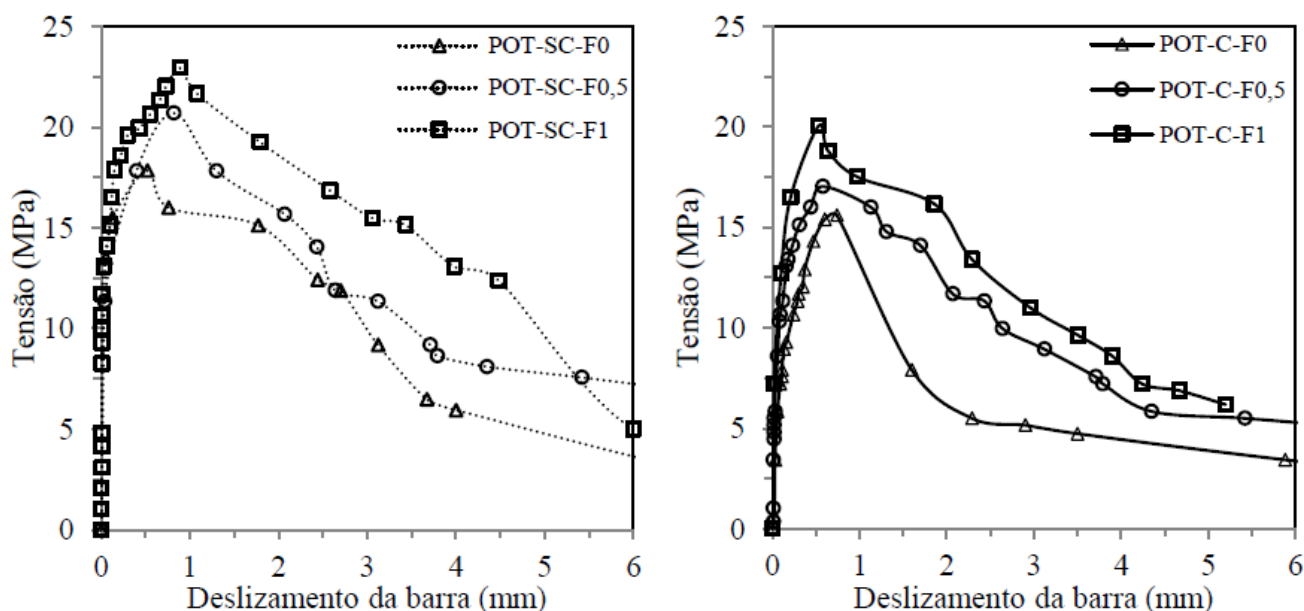


Figura 8 – Comportamento da tensão de aderência x deslizamento das amostras

V_f (%)	CP	SEM CORROSÃO			COM CORROSÃO		
		Força (kgf)	s_{max} (mm)	Tensão de aderência (MPa)	Força (kgf)	s_{max} (mm)	Tensão de aderência (MPa)
0%	CP1	2800	0,51	17,83	2100	0,66	13,37
	CP2	2750	0,51	17,51	2500	0,77	15,92
	CP3	2850	0,54	18,14	2400	0,79	15,28
	Média	2800	0,52	17,83	2333,33	0,74	15,60
0,5%	CP1	3250	0,82	20,69	2650	0,58	16,87
	CP2	3150	0,80	20,05	2700	0,59	17,19
	CP3	3350	0,83	21,33	2500	0,56	15,92
	Média	3250	0,82	20,69	2616,67	0,58	17,03
1%	CP1	3350	0,84	21,33	3350	0,6	21,33
	CP2	3500	0,88	22,28	2700	0,45	17,19
	CP3	3950	0,94	25,15	2950	0,54	18,78
	Média	3600	0,89	22,92	3000,00	0,53	20,05

Tabela 4 – Resumo dos resultados das amostras com tensão máxima e deslizamento na tensão máxima de aderência (s_{tmax}).

É notável pelos graficos que conforme há o aumento de fibra, há um aumento de tensão de aderência. Primeiramente, o aumento de fibra aumentou a resistência à compressão conforme a Tabela 3, esse aumento representou um acrescimo de resistência à compressão entre 4,5% a 5,5% aproximadamente. Já a avaliação

da fibra no desempenho de aderência foi mais significativa, a tensão de aderência aumentou com o aumento de fibra entre 9% a 18% tanto para barras corroidas quanto não corroidas. A avaliação do efeito da corrosão com a inserção de fibra é revelada na Tabela 4, a tensão de aderência de uma amostra que não sofre corrosão é equivalente da que sofre com a inserção de 0,5% de fibra, por exemplo, a tensão da amostra CP-SC-F0 é equivalente à CP-C-F0,5 e a tensão da amostra CP-SC-F0,5 é equivalente da amostra CP-C-F1.

4. CONCLUSÃO

Esse estudo visa avaliar o desempenho do CRFA com os resultados obtidos, com análise de algumas variáveis como perda de massa da barra corroida e teor de fibra. Pois, ao analisar os trabalhos desenvolvidos com o uso de fibras como reforço à aderência entre armadura e concreto, nota-se que a fibra é um excelente reforço, que melhora o desempenho do concreto. E ao analisar trabalhos com barras corroidas, há uma redução significativa dessa tensão de aderência para Chung *et al.* (2008) e Silva Filho *et al.* (2007). Assim, mediante a aglutinação dessas variáveis, pode-se perceber que a adição de fibra em concretos cujas barras já sofreram corrosão antes da concretagem, melhoram seu desempenho tanto na resistência à compressão quanto na tensão de aderência, ou seja, há uma melhora de desempenho mecânico em concretos com fibra. Os ensaios mecânicos foram analisados aos 28 dias, resistência à compressão e o POT. Com isso, comprova-se que barras de ancoragem corroidas necessitam de um reparo, esse estudo avaliou o reparo com a adição de fibras metálicas e obteve resultados satisfatórios, pois com uma corrosão média de 1,62% em barras em concreto convencional (com 15,60 MPa de aderência), com a adição de 0,5% de fibra houve um aumento de 9% na aderência (17,03 MPa) e com adição de 1% de fibra, o aumento foi de 28,5% (20,05 MPa), superando até a aderência em uma barra não corroida em concreto convencional (17,83 MPa) em 12,5%.

REFERÊNCIAS

ABOSRRA, L.; ASHOUR, A.F.; YOUSEFFI, M. Corrosion of steel reinforcement in concrete of different compressive strengths. **Construction and Building Materials**, v. 25, p. 3915-3925, 2011.

APOSTOLOPOULOS, A.; DEMIS, B.; PAPADAKISC, G. **Chloride-induced corrosion of steel reinforcement – Mechanical performance and pit depth analysis**. Construction and Building Materials, Pages 139-146, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Agregados- Determinação da composição granulométrica. **ABNT**. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 53: Agregado graúdo- Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. **ABNT**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 45: Agregados- Determinação da massa unitá-



ria e do volume de vazios. **ABNT**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: Agregado miúdo- Determinação da massa específica e massa específica aparente. **ABNT**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6892: Materiais metálicos — Ensaio de Tração. **ABNT**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto: ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. **ABNT**. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto: Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. **ABNT**. Rio de Janeiro, 2015.

CHUNG, L.; KIM, J-H. J; YI, S-T. Bond strength prediction for reinforced concrete members with highly corroded reinforcing bars. **Cement & Concrete Composites**, v.30, p. 603-611, 2008.

DIAB, A.M.; ELYAMANY, H.E.; HUSSEIN, M.A.; AL ASHY, H.M. Bond behavior and assessment of design ultimate bond stress of normal and high strength concrete. **Alexandria Engineering Journal**, v. 53, p. 355-371, 2014.

EN 10080 - Steel for the reinforcement of concrete - Weldable reinforcing steel - **General. European Standard**, 2005.

GOMES, L.D.S; Análise experimental da eficiência das fibras de aço no reforço ao cisalhamento de vigas em concreto armado. Dissertação (mestrado). **Universidade Federal do Pará**, Belém, 2016.

RILEM. Technical recommendations for the Testing and Use of Construction Materials: RC6, Bond Test for Reinforcing Steel: 2. Pull-out Test, **Materials and Structures**, 1983.

ROSSI, C.R.C; Aderência de armadura em concreto reforçado com fibra de aço . Dissertação (mestrado). **Universidade Federal do Pará**, Belém, 2018.

SILVA FILHO, L.C.P.; GRAEFF , A.G.; TARRAGÔ, L.; GUIMARÃES,G. Perda de aderência entre o concreto e a armadura devido à corrosão: análise experimental e implicações no dimensionamento, **Anais do 49º Congresso Brasileiro do Concreto**, 2007.



ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE UM PROJETO DE GERADOR SOLAR- FOTOVOLTAICO (ON-GRID) APLICADO A UMA RESIDÊNCIA NA REALIDADE DO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PA

ANALYSIS OF THE ECONOMIC AND FINANCIAL FEASIBILITY OF A
SOLAR-PHOTOVOLTAIC GENERATOR (ON-GRID) PROJECT APPLIED TO
A RESIDENCE IN THE REALITY OF MARABÁ-PA

Jardson Guilherme Paixão Lima

Neilton Pereira Palaver

Nayara Cortes Figueira Loureiro

Iêdo Souza Santos

Resumo

A implantação de sistemas fotovoltaicos reflete um avanço em relação ao uso das energias renováveis no Brasil, além disso representa uma forma de reduzir os custos com energia elétrica. O objetivo desse trabalho foi analisar a viabilidade econômico-financeira da instalação de um gerador solar fotovoltaico conectado à rede elétrica (on-grid) em uma residência no Município de Marabá – PA. Para tal realizou-se pesquisa exploratória, por meio de estudo de caso, com abordagem descritiva e qualitativa. Na análise da viabilidade do projeto, analisou-se o consumo de energia da residência bem como considerou-se a capacidade de geração energética do sistema fotovoltaicos ao longo de 25 anos, sendo este o tempo de vida útil do sistema. Na análise da viabilidade do projeto, considerou-se uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 8% ao ano e foram utilizados os indicadores: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), e o Payback Descontado (PBD). Os resultados revelaram que o projeto é viável para o período analisado, pois proporciona a recuperação do investimento de R\$ 62.655,09 no período de 5 anos, permite uma geração de riqueza na monta de R\$ 156.686,45 e remunera o investimento em 25%, ou seja, superior à TMA usada na análise. Além de reduzir custos e de apresentar viabilidade econômica e financeira para a residência analisada, a energia solar gerará benefícios também ao meio ambiente, pois é uma fonte limpa e sustentável.

Palavras-chave: Análise de projeto. Sustentabilidade. Energia fotovoltaica.



1. INTRODUÇÃO

A partir da primeira revolução industrial o consumo e a produção de manufaturados cresceu exponencialmente ignorando-se dessa forma a necessidade de preservação ambiental, porém a sociedade atualmente progride a respeito do assunto, a exemplo disso podem ser citados encontros realizados a nível mundial que tiveram como pauta a questão ambiental, a Conferência Cúpula da Terra -ECO 92- e o Protocolo de Quioto são marcos desse emergente progresso.

O conceito de “desenvolvimento sustentável apoia-se na integração equilibrada de três segmentos: sociais, ambientais e econômicos, constituindo um tripé conhecido como *triple-bottom line*, ou tripé da sustentabilidade” (VECCHIA, 2010, p. 227). A partir desse cenário surge a energia solar fotovoltaica (energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade) que entre as fontes de energia elétrica renováveis é a menos poluente e menos finita conhecida até o momento.

De acordo com o Grupo de Trabalho de Energia Solar -GTES- (2008) o custo das células solares é o principal empecilho para a difusão dos sistemas fotovoltaicos em larga escala, no entanto a tecnologia torna-se cada vez mais competitiva, tanto porque seus custos estão diminuindo, quanto porque os custos das outras fontes estão se tornando altos.

Diante do exposto, esse estudo tem como finalidade verificar se o projeto de instalação de um gerador solar fotovoltaico conectado à rede elétrica (*on-grid*) em uma residência no Município de Marabá, Estado do Pará, é benéfico no tocante a perspectiva econômico-financeira para avaliação de projetos. Considerando que a disponibilidade do recurso solar, ou seja, a radiação incidente sobre uma determinada área e os reajustes anuais nas tarifas das contas de energia elétrica são vistos como os principais fatores que contribuem para aceitação de projetos a respeito de geradores solar fotovoltaicos.

O estudo decorre da crescente visibilidade e interesse que as energias renováveis vêm despertando em pesquisadores, empresas e governos nos últimos anos. As energias renováveis são, na atualidade, um dos mais importantes assuntos para as discussões sobre o futuro da humanidade, aliado a isto, tem-se como justificativa adicional a expectativa que os resultados podem trazer, influenciando as pessoas a adquirirem um sistema fotovoltaico, mostrando o real retorno econômico.



2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Energia solar fotovoltaica

Os primeiros experimentos relacionados à células solares para produção de eletricidade através do efeito fotovoltaico ocorreram em meados de 1839, com a descoberta por Bequerel, um físico e cientista francês, de uma tensão elétrica resultante da ação da luz sobre um eletrodo metálico mergulhado em uma solução química. Em 1876, Adams e Day, cientistas ingleses, verificaram um efeito parecido no selênio sólido, outro tipo de semicondutor. Em 1930 Lange é o primeiro a sugerir as células solares para conversão direta da luz em eletricidade. A primeira célula solar de eficiência razoável, de silício foi feita em 1954 por Pearson, Fuller e Chapin (PALZ, 2005).

De acordo com Ruther (2004) os sistemas fotovoltaicos podem ser divididos em sistemas autônomos (*off-grid*) e em sistemas ligados à rede (*on-grid*). O primeiro é aquele que não tem contato com a rede de distribuição das concessionárias e geralmente necessitam de algum mecanismo para acumulação de energia -baterias. Já os sistemas *on-grid* são conectados à rede de distribuição e funcionam por meio de um sistema de compensação.

Em abril de 2012 a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou a Resolução Normativa N° 482 que estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação.

O sistema de compensação de energia elétrica permite que a energia excedente gerada pela unidade consumidora com micro ou minigeração seja injetada na rede da distribuidora, quando a energia injetada na rede for maior que a consumida, o consumidor receberá um crédito em energia (KWh) a ser utilizado para abater o consumo em outro posto tarifário ou na fatura dos meses subsequentes (ANEEL, 2016).

2.2. Projeto de instalação de sistemas fotovoltaicos

O projeto de um sistema fotovoltaico se divide em três etapas gerais: levantamento do consumo de energia elétrica da localidade que deseja instalar o sistema, inspeção e levantamento das características do local, e avaliação do recurso solar disponível.



2.2.1. Levantamento da demanda de energia elétrica

Para dimensionar o gerador fotovoltaico de forma otimizada, deve-se levantar o consumo médio diário e anual de energia elétrica da edificação (Wh/dia). Este dado pode ser calculado pelo histórico de faturas mensais emitidas pela distribuidora local (GTES, 2014).

Para o dimensionamento da potência do gerador fotovoltaico o sistema de compensação da região deve ser considerado, em virtude desse modelo de indenização pode não ser benéfico que o sistema fotovoltaico produza mais energia do que a unidade consumidora demanda ao longo do ano, de modo a evitar possíveis perdas.

2.2.2. Inspeção e levantamento das características do local de instalação

Para o início do projeto de um gerador solar fotovoltaico é importante o levantamento das características do local de instalação afim de mensurar o futuro dimensionamento do sistema. O conhecimento prévio do local permite a avaliação das condições existentes.

Para ter uma boa estimativa da radiação incidente no plano do painel, o projetista deve obter informações sobre os atuais e potenciais elementos de sombreamento e superfícies reflexivas próximas (GTES, 2014).

2.2.3. Avaliação do recurso solar

De acordo com o Grupo de Trabalho de Energia Solar -GTES- (2008) para os equipamentos de medição do recurso solar disponíveis no Brasil as grandezas mais comumente medidas são o número de horas de insolação e a radiação global no plano horizontal, equipamentos mais sofisticados poderão fornecer informações sobre as componentes difusa, direta e refletida da radiação solar.

A radiação direta não sofre mudança de direção além da provocada pela refração atmosférica, a radiação difusa é a recebida por um corpo, após a direção dos raios solares ter sido modificada por reflexão na atmosfera, a radiação refletida depende das características do solo e da posição do elemento receptor (LOPEZ, 2012).

O Atlas Solarimétrico Brasileiro, desenvolvido pelo Laboratório de Energia Solar (LABSOLAR) da Universidade Federal de Santa Catarina, é uma ferramenta utilizada para suprir parte da demanda por informações sobre a disponibilidade de



energia solar no território nacional (PEREIRA, et al, 2006). A partir do atlas pode-se definir o potencial de produção de energia elétrica dos sistemas fotovoltaicos, com base no potencial solar, em todos os pontos do território brasileiro.

2.3. Indicadores para análise da viabilidade econômico-financeira do estudo

Para fazer uma análise de viabilidade econômica e financeira é necessário seguir algumas etapas, sendo elas: projeção de receitas que o projeto terá; projeção de custos, e o investimento necessário além da análise de alguns indicadores calculados em cima dos dados projetados. Os indicadores utilizados neste trabalho são descritos a seguir.

2.3.1. Taxa mínima de atratividade (TMA)

De acordo com Avila (2013) a Taxa de Mínima Atratividade (TMA), “corresponde à menor rentabilidade desejada para a remuneração de um projeto, ela representa a remuneração das alternativas de investimento em análise” (p. 101). Portanto a TMA simboliza o mínimo que um investidor espera receber quando faz um investimento, ou seja, uma base para aceitação ou rejeição de uma proposta de investimento.

2.3.2. Valor presente líquido (VPL)

“O critério do Valor Presente Líquido (VPL) baseia-se na atualização de fluxos de caixa representativos de receitas, custos e lucros operacionais, para certo horizonte de planejamento, empregando como taxa de desconto a taxa mínima de atratividade” (FERREIRA, 2009, p. 59).

Segundo Ferreira (2009) quando o VPL for maior que zero, significa que o projeto analisado representara lucro (excedente), quando for igual a zero, reflete que o projeto não apresentará lucro nem prejuízo e quando o VPL for menor que zero corresponde que o investimento apresentará prejuízo, neste caso, não deverá ser executado.



2.3.3. Taxa interna de retorno (TIR)

Nogueira (2013) cita que “a Taxa Interna de Retorno (TIR), é a taxa de juros que torna o valor presente dos recebimentos igual ao valor presente dos desembolsos de um fluxo de caixa”. De outra maneira, a TIR é a taxa de juros que faz com que o valor presente líquido (VPL) do fluxo de caixa seja igual zero, segundo o autor a aprovação da alternativa de investimento analisada dependerá do valor encontrado para a TIR. Se a TIR for maior que a TMA, a alternativa analisada será viável economicamente; caso contrário, não.

2.3.4. *Payback* descontado (PBD)

De acordo com Puccini (2009) o *Payback* descontado (PBD) é medido pelo tempo decorrido entre a data inicial do fluxo de caixa (ponto-zero) e a data futura a qual o valor do investimento inicial é coberto pela soma dos valores presentes das parcelas positivas do fluxo de caixa, o PBD leva em consideração o custo de oportunidade do capital investido.

Desse modo o método do *Payback* Descontado avalia o tempo de recuperação de uma aplicação, se o tempo de retorno na alternativa de investimento analisada estiver dentro do estabelecido, a alternativa será viável e aprovada; caso contrário, será rejeitada.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

De acordo com Gil (2018) “as pesquisas se referem aos mais diversos objetos, a tendência à classificação possibilita melhor organização dos fatos e consequentemente seu entendimento, portanto é natural que se busque classificá-las” (p. 24). Diante disto os propósitos gerais do estudo o classificam como exploratório com abordagem descritiva e qualitativa realizado por meio de um estudo de caso.

As pesquisas exploratórias são investigações empíricas cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com o ambiente estudado e modificar e clarear conceitos (MARCONI; LAKATOS, 2017). O estudo de caso é um trabalho de caráter empírico que investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real e contemporâneo por meio da análise aprofundada de um ou mais objetos (MIGUEL; SOUZA, 2012).



A pesquisa foi realizada em parceria com a prestadora de serviços Solar Eco *Energys* –Energia Renovável e Engenharia- empresa que possui filial no Município de Marabá-PA e trabalha com projeto e montagem de geradores solar fotovoltaicos, a presente empresa foi quem forneceu os dados técnicos para realização do trabalho.

Para diagnóstico e presunção do estudo foram realizadas duas entrevistas com o diretor operacional da Solar Eco *Energys* a primeira sendo aberta com o objetivo de se obter informações iniciais a respeito dos projetos realizados pela empresa e a segunda após a análise dos documentos com os dados técnicos fornecidos, realizada com o objetivo de confrontá-los.

Os documentos são referentes ao projeto do sistema solar fotovoltaico da residência que foi selecionada para o estudo de caso neles foram coletados o consumo de energia elétrica assim como os valores (monetários) das faturas no período de setembro/2017 a agosto/2018, também foram observados os dados quanto a radiação solar incidente no local de instalação, a fim de dimensionamento do gerador solar fotovoltaico.

Para a análise da viabilidade econômico-financeira do projeto foram observados o *Payback* descontado (PBD), o Valor Presente Líquido (VPL), e a Taxa Interna de Retorno (TIR), assim como a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e taxas de reajustes anuais.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A princípio são apresentados os dados referentes a quantidade de energia elétrica demandada pela residência em estudo, após isso é exposto o local onde o sistema fotovoltaico será instalado e suas características estruturais, em seguida traz-se o recurso solar disponível na região, então o gerador fotovoltaico é dimensionado com esses dados. Encerrando, é exibido os custos do projeto e analisado sua viabilidade econômico-financeira.

4.1. Levantamento da demanda de energia elétrica

A residência cujo projeto foi estudado tem sua localização no Município de Marabá-PA, cidade localizada a 744 km da Capital Belém. A energia elétrica usada é fornecida pela concessionária CELPA (Centrais Elétricas Do Pará), a tarifa considerada no período, corresponde à R\$ 0,8957 por quilowatt-hora.

Os dados quanto ao consumo e custos da energia elétrica foram retirados das faturas fornecidas mensalmente pela CELPA. Foram desconsiderados nos cálculos:



multas, juros e doações para ONGs, computando-se apenas os impostos – ICMS, PIS e COFINS – os dados coletados são referentes de setembro de 2017 a agosto de 2018. O consumo da residência é apresentado na Tabela 1.

Tabela – 1. Dados do consumo da residência (setembro de 2017 a agosto de 2018)

Mês/ano	Consumo (KWh)	Valor KWh (com imposto)	Consumo (R\$)
ago/18	1.544	R\$ 0,8957	R\$ 1.383,01
jul/18	1.336	R\$ 0,8957	R\$ 1.196,70
jun/18	1.389	R\$ 0,8957	R\$ 1.244,17
mai/18	1.208	R\$ 0,8957	R\$ 1.082,04
abr/18	1.349	R\$ 0,8957	R\$ 1.208,34
mar/18	1.344	R\$ 0,8957	R\$ 1.203,86
fev/18	1.199	R\$ 0,8957	R\$ 1.073,98
jan/18	1.092	R\$ 0,8957	R\$ 978,14
dez/17	916	R\$ 0,8957	R\$ 820,49
nov/17	788	R\$ 0,8957	R\$ 705,84
out/17	939	R\$ 0,8957	R\$ 841,09
set/17	958	R\$ 0,8957	R\$ 858,11
Média Mensal:	1.171,83	R\$	1.049,65
Consumo Anual:	14.062	R\$	12.595,76

Fonte: Solar Eco Energys (2018)

Através das faturas de energia elétrica foi possível levantar o consumo médio mensal de 1.171,83 KWh, ou seja, 14.062 KWh/ano, atualmente os custos da residência com energia em média são de aproximadamente R\$ 1.049,65 mensais, o equivalente a R\$ 12.595,76 ao ano.

4.2. Local da instalação

O gerador solar fotovoltaico será instalado junto a uma residência, no Município de Marabá-PA (latitude: -005°-21' -09", longitude: -049°-08' -31", altitude: 84 m) as coordenadas do local são necessárias porque a partir delas são buscados os dados climáticos da região. Na Figura 1 é possível visualizar o espaço disponível para o gerador e o *layout* com a disposição dos módulos.

Figura 1. *Layout* do gerador solar fotovoltaico



Fonte: Google Earth (2018)

O sistema será instalado sobre o telhado da residência, a área estimada para a alocação dos painéis corresponde à 64,02 m², o telhado disponível é composto

por material de cerâmica, a estrutura fornecida é feita de madeira, as condições impostas são consideradas adequadas.

4.3. Recurso solar

A avaliação do recurso solar disponível foi realizada de acordo com a fonte Atlas Solar métrico do Brasil, tendo como referência o local com os dados históricos de radiação solar nas imediações de Marabá, a Tabela 2 apresenta a radiação solar incidente sobre a área.

Tabela 2 – Dados da radiação solar diária e mensal

Mês	Radiação direta [kWh/m ²]	Radiação difusa [kWh/m ²]	Radiação refletida [kWh/m ²]	Total das diárias [kWh/m ²]	Total mensal [kWh/m ²]
Janeiro	2,022	2,336	0,018	4,375	135,635
Fevereiro	2,073	2,417	0,018	4,508	126,213
Março	2,126	2,363	0,018	4,507	139,727
Abril	2,403	2,161	0,019	4,582	137,471
Maio	2,591	1,886	0,018	4,495	139,356
Junho	3,124	1,651	0,019	4,795	143,839
Julho	3,233	1,662	0,02	4,916	152,384
Agosto	3,424	1,824	0,021	5,27	163,361
Setembro	3,036	2,045	0,021	5,101	153,039
Outubro	2,391	2,274	0,019	4,684	145,203
Novembro	2,128	2,395	0,018	4,541	136,24
Dezembro	1,891	2,39	0,017	4,298	133,24
Média Mensal					142,14
Soma Anual de Radiação Solar					1.705,70

Fonte: Solar Eco Energys (2018)

Em relação ao recurso solar o Município apresenta bom potencial para a tecnologia fotovoltaica, pelo fato da radiação solar pouco variar ao longo do ano, além disso a duração do dia também pouco varia tendo em média uma duração de 11 horas e 52 minutos de acordo com a base de dados *sunrise-and-sunset*. Tais características são ideais para trabalhar com projeções.

4.4. Gerador fotovoltaico

O gerador possui uma vida útil estimada de 25 anos, com degradação da produção por envelhecimento de 0,8 % ao ano. A Tabela 3 apresenta as informações técnicas do sistema, tais como: as potências dos equipamentos, radiação solar da região, área estimada para placas etc.



Tabela 3 - Características técnicas do gerador

Item	Quantidade
Potência Pico do Sistema	10,89 KWp
Potência dos Módulos	330 W
Número de Módulos	33 Unidades
Número de Inversores	1 Unidade
Área Estimado Sistema	64,02 m ²
Perdas Estimadas	21,70%
Média Anual de Radiação Solar	1.705,71 KWh/m ²

Fonte: Solar Eco *Energys* (2018)

A potência pico do sistema foi obtida multiplicando-se o número de módulos pela potência máxima que eles possuem desta forma (Figura 2):

Figura 2 – Equação da potência do gerador

$$P = P. \text{ módulos} * N^{\circ} \text{ módulos} \rightarrow 330 \text{ W} * 33 = 10,89 \text{ KWp}$$

Fonte: Solar Eco *Energys* (2018)

Onde, “P” representa a potência do gerador, “P. módulos” a potência de cada módulo e “N° módulos” o número de módulos (Quadro 3), desta forma a potência pico do gerador corresponde à 10,89 KWp.

Com os dados apresentados na Tabela 3, pode-se calcular também o potencial de energia elétrica produzida anualmente, a fim de encontrar o potencial instalado de geração anual a Figura 3 apresenta o cálculo realizado:

Figura 3 – Equação de potencial instalado

$$E \text{ anual} = P. \text{ Pico} * R. \text{ Solar} \rightarrow 10,89 * 1.705,71 = 18.577,25 \text{ KWh}$$

Fonte: Solar Eco *Energys* (2018)

Onde: “E anual” corresponde a energia gerada anualmente, “P. Pico” representa a potência pico do gerador e “R. Solar” a soma anual de radiação solar (Tabela 3), portanto o potencial instalado tem capacidade de geração de até 18.577,25 KWh por ano, porém para o real dimensionamento do gerador é necessário a consideração das perdas existentes, desse modo a fim de se obter a energia real gerada anualmente traz-se na Figura 4 a equação que representa o cálculo:

Figura 4 – Equação da potência real instalada

$$E = E \text{ anual} * (1 - \text{Perd}) \rightarrow 18.577,25 * (1 - 0,21) = 14.549,1 \text{ kWh}$$

Fonte: Solar Eco *Energys* (2018)

Onde: “E anual” representa a energia gerada anualmente sem as perdas e “Perd” a perda de potência considerada (Tabela 3), desse modo a energia real gerada anualmente é de 14.549,10 KWh. A Tabela 4 a seguir apresenta a relação da energia gerada com a consumida durante o ano.



Tabela 4 - Produção de energia x Consumo de energia

Mês	Energia Gerada (KWh)	Energia Gerada (R\$)	Energia Consumida (KWh)	Energia Consumida (R\$)
Janeiro	1.156,92	R\$ 1.036,29	1.092	R\$ 978,14
Fevereiro	1.076,55	R\$ 964,30	1.199	R\$ 1.073,98
Março	1.191,82	R\$ 1.067,55	1.344	R\$ 1.203,86
Abril	1.172,58	R\$ 1.050,32	1.349	R\$ 1.208,34
Mai	1.188,66	R\$ 1.064,72	1.208	R\$ 1.082,04
Junho	1.226,90	R\$ 1.098,97	1.389	R\$ 1.244,17
Julho	1.299,78	R\$ 1.164,25	1.336	R\$ 1.196,70
Agosto	1.393,42	R\$ 1.248,12	1.544	R\$ 1.383,01
Setembro	1.305,37	R\$ 1.169,26	958	R\$ 858,11
Outubro	1.238,53	R\$ 1.109,39	939	R\$ 841,09
Novembro	1.162,08	R\$ 1.040,91	788	R\$ 705,84
Dezembro	1.136,49	R\$ 1.017,99	916	R\$ 820,49
Média	1.212,42	R\$ 1.086,01	1.171,83	R\$ 1.049,65
Anual	14.549,10	R\$ 13.032,06	14.062	R\$ 12.595,76

Fonte: Os autores (2019)

A energia elétrica gerada pelo sistema solar fotovoltaico no primeiro ano é superior 487,10 KWh à consumida, baseado dos dados da Tabela 4, desta forma se teria um crédito para compensação no ano seguinte.

4.5. Análise de custos

A Tabela 5 apresenta o orçamento elaborado pela Solar Eco *Energys* para um sistema fotovoltaico de 10,89 KWp, atingindo um valor de R\$ 62.655,09. Deste valor, 75 % são devidos aos módulos fotovoltaicos e 25 % ao inversor.

Tabela 5 - Custos para construção do gerador

Descrição	Quantidade	Preço R\$	Valor R\$
Módulos fotovoltaicos	33	R\$ 1.423,98	R\$ 46.991,34
Inversor	1	R\$ 15.663,75	R\$ 15.663,75
Total			R\$ 62.655,09
Custo Específico R\$/KWp			R\$ 5.753,45

Fonte: Solar Eco *Energys* (2018)

Foi constatado nesse trabalho a aquisição do sistema solar fotovoltaico com recursos próprios, sem linha de financiamento, o custo dos demais equipamentos e do projeto estão embutidos no valor dos módulos e do inversor. Constatou-se um custo específico de R\$ 5.753,45 por KWp.

4.6. Análise econômico-financeira do projeto

Para o cálculo do Fluxo de Caixa foi considerado uma taxa de reajuste de 8% ao ano na tarifa de energia elétrica, e para o Fluxo de Caixa descontado a mesma



taxa foi considerada - TMA 8% - ao ano, esses são os percentuais ilustrados pela Solar Eco *Energys*, dessa forma igualmente serão os analisados neste trabalho, outro fator observado é a depreciação do painel fotovoltaico em 0,8% ao ano, conforme especificações técnicas do projeto. Além do disposto, restaram observados os custos anuais com a disponibilidade do sistema elétrico, sendo a disponibilidade anual de 1190,39 KWh e o valor monetário reajustado de acordo com a taxa de reajuste da tarifa. Com base nos dados realizou-se a projeção do fluxo de caixa, observado na Tabela 6.

Tabela 6 - Fluxo de caixa projetado

Ano	Energia Produzida (KWh)(*)	Tarifa (R\$/KWh) (**)	Receita de Energia Produzida	Custos (**)	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Descontado	Payback Descontado
0					-R\$ 62.655,09	-R\$ 62.655,09	-R\$ 62.655,09
1	14.549,10	R\$ 0,8957	R\$ 13.031,63	R\$ 1.066,24	R\$ 11.965,39	R\$ 11.079,06	-R\$ 51.576,03
2	14.432,71	R\$ 0,9674	R\$ 13.961,57	R\$ 1.151,54	R\$ 12.810,03	R\$ 10.982,53	-R\$ 40.593,50
3	14.317,25	R\$ 1,0447	R\$ 14.957,86	R\$ 1.243,66	R\$ 13.714,20	R\$ 10.886,77	-R\$ 29.706,72
4	14.202,71	R\$ 1,1283	R\$ 16.025,26	R\$ 1.343,16	R\$ 14.682,10	R\$ 10.791,78	-R\$ 18.914,94
5	14.089,09	R\$ 1,2186	R\$ 17.168,82	R\$ 1.450,61	R\$ 15.718,21	R\$ 10.697,55	-R\$ 8.217,39
6	13.976,37	R\$ 1,3161	R\$ 18.393,99	R\$ 1.566,66	R\$ 16.827,33	R\$ 10.604,07	R\$ 2.386,68
7	13.864,56	R\$ 1,4214	R\$ 19.706,58	R\$ 1.691,99	R\$ 18.014,59	R\$ 10.511,34	R\$ 12.898,02
8	13.753,65	R\$ 1,5351	R\$ 21.112,84	R\$ 1.827,35	R\$ 19.285,49	R\$ 10.419,35	R\$ 23.317,37
9	13.643,62	R\$ 1,6579	R\$ 22.619,45	R\$ 1.973,54	R\$ 20.645,92	R\$ 10.328,10	R\$ 33.645,47
10	13.534,47	R\$ 1,7905	R\$ 24.233,58	R\$ 2.131,42	R\$ 22.102,16	R\$ 10.237,58	R\$ 43.883,04
11	13.426,19	R\$ 1,9337	R\$ 25.962,89	R\$ 2.301,93	R\$ 23.660,95	R\$ 10.147,78	R\$ 54.030,82
12	13.318,78	R\$ 2,0884	R\$ 27.815,60	R\$ 2.486,09	R\$ 25.329,51	R\$ 10.058,70	R\$ 64.089,52
13	13.212,23	R\$ 2,2555	R\$ 29.800,52	R\$ 2.684,98	R\$ 27.115,54	R\$ 9.970,33	R\$ 74.059,85
14	13.106,53	R\$ 2,4360	R\$ 31.927,08	R\$ 2.899,78	R\$ 29.027,31	R\$ 9.882,67	R\$ 83.942,51
15	13.001,68	R\$ 2,6300	R\$ 34.194,42	R\$ 3.130,75	R\$ 31.063,67	R\$ 9.792,56	R\$ 93.735,08
16	12.897,67	R\$ 2,6300	R\$ 33.920,87	R\$ 3.130,75	R\$ 30.790,12	R\$ 8.987,34	R\$ 102.722,42
17	12.794,49	R\$ 2,6300	R\$ 33.649,50	R\$ 3.130,75	R\$ 30.518,75	R\$ 8.248,27	R\$ 110.970,69
18	12.692,13	R\$ 2,6300	R\$ 33.380,31	R\$ 3.130,75	R\$ 30.249,55	R\$ 7.569,92	R\$ 118.540,61
19	12.590,59	R\$ 2,6300	R\$ 33.113,26	R\$ 3.130,75	R\$ 29.982,51	R\$ 6.947,31	R\$ 125.487,92
20	12.489,87	R\$ 2,6300	R\$ 32.848,36	R\$ 3.130,75	R\$ 29.717,60	R\$ 6.375,86	R\$ 131.863,78
21	12.389,95	R\$ 2,6300	R\$ 32.585,57	R\$ 3.130,75	R\$ 29.454,82	R\$ 5.851,37	R\$ 137.715,15
22	12.290,83	R\$ 2,6300	R\$ 32.324,89	R\$ 3.130,75	R\$ 29.194,13	R\$ 5.369,98	R\$ 143.085,13
23	12.192,50	R\$ 2,6300	R\$ 32.066,29	R\$ 3.130,75	R\$ 28.935,53	R\$ 4.928,16	R\$ 148.013,30
24	12.094,96	R\$ 2,6300	R\$ 31.809,76	R\$ 3.130,75	R\$ 28.679,00	R\$ 4.522,66	R\$ 152.535,96
25	11.998,20	R\$ 2,6300	R\$ 31.555,28	R\$ 3.130,75	R\$ 28.424,53	R\$ 4.150,49	R\$ 156.686,45
Total	330.860,14		R\$ 658.166,16	60.257,22	R\$ 597.908,94	R\$ 219.341,54	
VPL	→	R\$ 156.686,45	TIR	→	25%	TMA	→ 8%
(*) Depreciação do Painel Fotovoltaico em 0,8% ao ano.							
(**) Reajuste de 8% ao ano na tarifa.							

Fonte: os autores (2019)

Levando-se em consideração a projeção de 25 anos, tempo de duração dos módulos e equipamentos do sistema, considerou-se após o 15º ano, as tarifas e os custos constantes, ou seja, sem reajustes, devido às incertezas quanto à estimativa do valor para um grande período.

Observando a tabela 6, constata-se que o *Payback* descontado proporciona a recuperação do investimento proposto de R\$ 62.655,09 no período de 5 anos, o tempo de retorno demonstra que este projeto é um excelente investimento sendo que a partir do 5º ano passa a apresentar um VPL atrativo. Verifica-se ainda, que o Valor Presente Líquido ao final do vigésimo quinto ano será de R\$ 156.686,45 desta forma obedecendo ao critério da análise econômica que dispõe que o VPL

deve ser maior que zero para a aceitação de um projeto, e quanto a Taxa Interna de Retorno (TIR) corresponde à 25%, a mesma sendo superior à TMA em 17%, estando dentro do padrão para a viabilidade econômica de um investimento.

Foi observado também que o recurso solar disponível no Município foi favorável ao projeto, tendo em vista que se a radiação solar incidente fosse menor os custos com equipamentos aumentariam exponencialmente pois a área de captação do recurso solar teria que ser maior. Os reajustes anuais na tarifa elétrica também representam fator favorável a recuperação do investimento visto que o aumento da tarifa é diretamente proporcional ao valor pago anualmente, ressaltando que o gerador solar fotovoltaico perde 0,8% da sua potência ao ano e mesmo assim o valor gerado em capital ainda é considerável, justamente pelo fato da tarifa ter um reajuste superior a perda de potência de sistema.

Portanto analisando a Tabela 6 bem como as ponderações feitas pode-se concluir que o estudo, se implementado, cobrirá tanto o investimento inicial, bem como gerará um excedente financeiro, além de reduzir custos e de apresentar viabilidade econômica e financeira para a residência analisada, a energia solar gerará benefícios também ao meio ambiente, pois é uma fonte limpa e sustentável.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que o projeto é viável para o período analisado, pois proporciona a recuperação do investimento no período de 5 anos, permite uma geração de riqueza na monta de R\$156.686,45 e remunera o investimento na monta de 25%, ou seja, superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 8% ao ano. Conclui-se ainda, que além de apresentar viabilidade econômica e financeira para a residência analisada, a energia solar fotovoltaica, uma das mais importantes dentre as fontes de energias renováveis, gerará benefícios também ao meio ambiente, pois é uma fonte limpa e sustentável.

Para um maior aprofundamento em novos estudos outros métodos de pesquisa envolvendo o tema podem ser utilizados quebrando o paradigma dos estudos de viabilidade que normalmente são análises aprofundadas de um ou dois objetos, dessa forma ampliando o universo de pesquisa.

Neste estudo, se levou em consideração primordialmente aspectos econômicos, todavia a abordagem de outros fatores pode levar a viabilizar o projeto. Certamente, ao se pensar em desenvolvimento sustentável há outros indicadores que podem contribuir para uma análise mais abrangente sobre o investimento.



REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Cadernos temáticos aneel**: Micro e Minigeração Distribuída, Sistema de Compensação de Energia Elétrica. 2. ed. Brasília, 2016.
- AVILA, A. V. **Matemática financeira e engenharia econômica**. 1. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2013.
- FERREIRA, R. G. **Engenharia econômica e avaliação de projetos de investimento**: critérios de avaliação: financiamentos e benefícios fiscais: análise de sensibilidade e risco. São Paulo: Atlas, 2009.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- GRUPO DE TRABALHO DE ENERGIA SOLAR. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, 2008.
- GRUPO DE TRABALHO DE ENERGIA SOLAR. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, 2014.
- LOPEZ, R. A. **Energia solar para produção de eletricidade**. 1. ed. São Paulo: Artliber Editora, 2012.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E.M. **Metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- MIGUEL, P. A. C. (Org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- NOGUEIRA, E. **Introdução à engenharia econômica**. 1. ed. São Carlos: EduUFSCar, 2013.
- PALZ, W. **Energia solar e fontes alternativas**. Unesco: Hemus, 2002.
- PEREIRA, E. B.; et. al. **Atlas brasileiro de energia solar**. 1. ed. São José dos Campos: INPE, 2006.
- PUCCINI, A. de L. **Matemática financeira**: objetiva e aplicada. 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.
- RUTHER, R. **Edifícios solares fotovoltaicos**: O Potencial da Geração Solar Fotovoltaica Integrada a Edificações Urbanas e Interligada à Rede Elétrica Pública no Brasil. 1. ed. Florianópolis: Editora UFSC / LABSOLAR, 2004.
- SUNRISE-AND-SUNSET. **Nascer e pôr do sol Marabá, Brasil**. Disponível em: < <https://www.sunrise-and-sunset.com/pt/sun/brasil/maraba> > Acesso em: 10 de maio de 2019.
- VECCHIA, R. **O meio ambiente e as energias renováveis**: instrumentos de liderança visionária para a sociedade sustentável. 1. ed. São Paulo: Manole: Minha Editora, 2010.



CAPÍTULO 5

ANÁLISE DE INDICADORES DE COMPETÊNCIAS, UTILIZADOS NA GESTÃO DE PESSOAS DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR PÚBLICA, PRIVADA E FUNDAÇÃO: UMA PROPOSTA QUE CARACTERIZA A TRANSVERSALIZAÇÃO

ANALYSIS OF INDICATORS OF SKILLS USED IN THE
MANAGEMENT OF PERSONS IN PUBLIC, PRIVATE AND HIGHER
EDUCATION INSTITUTIONS: A PROPOSAL CHARACTERIZING
TRANSVERSALIZATION

Maria Francisca Silva Bastos

Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo

Rute Holanda Lopes

Jéssica Lahís Silva Bastos de Menezes

Kátia Viana Cavalcante

Neida Rocha Cidade

Ulisses Gonçalves da Silva

Resumo

O ambiente contemporâneo, crescentemente competitivo e dinâmico, tem exigido que as organizações, independente de segmento, adotem práticas de gestão e estruturas organizacionais que as tornem cada vez mais eficientes. As transformações ao longo do tempo acarretaram as organizações uma nova visão de Gestão de Pessoas, no qual dão ênfase ao desenvolvimento intelectual dos profissionais. E as práticas de gestão das Instituições de Ensino Superior – IES, não difere da nova realidade. Essas estão evoluindo e cada vez mais criteriosas com a seleção de seus colaboradores, recrutando profissionais com extremas habilidades e competências, para atuarem mediante o seu objetivo. O estudo teve como intuito analisar os indicadores de competências que são adotados aos colaboradores Administrativos, nas IES de segmentos diferentes, pública, privada e fundação, na cidade de Manaus-AM, e se esses caracterizam a transversalização. Foram aplicados *in loco*, ao público alvo, 30 questionários. Após a coleta, os dados foram tabulados na planilha eletrônica Microsoft Excel 2010 e analisados no programa estatístico IBM SPSS *Statistic realise* 21. Onde se concluiu que as IES estão atentas e adequando-se as mudanças no mundo corporativo e competitivo. Que as novidades adotadas, possam transcender muros, e disponibilizar transversalmente às outras IES. Ressaltando que a transversalidade é um enfoque que possibilita a Instituição uma visão ampla e consistente da realidade inovadora na Gestão de Pessoas. E que, os indicadores utilizados, possam ser transversalmente adotados, por outras IES, na medida da necessidade, interesse e oportunidade.

Palavras chaves: Indicadores, Transversalização, Gestão de Pessoas.

Abstract

The increasingly competitive and dynamic contemporary environment has required organizations, regardless of segment, to adopt management practices and organizational structures that make them increasingly efficient. The changes over time have led organizations to a new vision of People Management, in which they emphasize the intellectual development of professionals. And the management practices of Higher Education Institutions - IES, does not differ from the new reality. These are evolving and increasingly careful with the selection of their employees, recruiting professionals with extreme skills and competencies, to act on their goal. The purpose of the study was to analyze the competence indicators adopted by Administrative Employees in the HEIs of different segments, public, private and foundation, in Manaus-AM, and if they characterize the transversalization. 30 questionnaires were applied to the target audience. After collection, data were tabulated in the Microsoft Excel 2010 spreadsheet and analyzed using the IBM SPSS Statistical analysis 21 statistical program. It was concluded that HEIs are aware of and adjusting to changes in the corporate and competitive world. That the novelties adopted, may transcend walls, and make available across the other HEIs. Noting that transversality is an approach that enables the Institution to have a broad and consistent view of the innovative reality in People Management. And that the indicators used may be transversally adopted by other HEIs, as needed, interest and opportunity.

Key-words: Indicators, Transversalization, People Management.



1. INTRODUÇÃO

A adoção de um modelo de Gestão por Competências passa a ser um recurso estratégico nas organizações e, se bem conduzida, facilita o gerenciamento, promove um direcionamento das práticas de Gestão de Pessoas para a atração, o desenvolvimento, a retenção e a recompensa das capacidades. Para que tudo isso aconteça as Instituições de Ensino Superior – IES, devem ter uma política de Gestão de Pessoas diferenciada, como também gestores com aptidões necessárias para saber conduzir, principalmente usando as ferramentas ou instrumentos adequados para refletir, mensurar e avaliar os resultados conquistados.

As Instituições de forma geral são organizações sociais que utilizam recursos para atingir seus objetivos reais ou pretendidos, através de pessoas. Podemos incluir nesta definição as empresas, as Faculdades, Centros Universitários, Universidades, Organizações não Governamentais, etc. Nada acontece em uma organização até que as pessoas tomem decisões e ajam em seu nome. E para que a Gestão de Pessoas seja abalizada com equidade, faz-se necessário definir as competências individuais solicitadas para o cargo que será ocupado, e que essa esteja em sintonia com as competências da organização. “De maneira geral, o talento humano é compreendido como a aptidão ou tendência natural de uma pessoa realizar algo, entretanto, ela necessita de um ambiente propício para desenvolvê-lo” (SANTOS, 2014). Sabe-se o quanto a reciprocidade representa para ambos - profissional e organização.

O estudo vislumbra saber quais os indicadores de competências adotados pelas Instituições de Ensino Superior – IES, de segmentos diferentes, pública, privada e fundação que caracterizam a transversalização, entendendo que a preocupação com a modernidade nos processos de Gestão de Pessoas é uma questão de sobrevivência nas organizações que buscam competitividade e resultados em seus segmentos de mercado. As aferições das competências, através de indicadores adotados pelas IES, podem caracterizar um indicador que possa ser utilizado transversalmente. Para Ruano (2007), a utilização de um modelo de gestão de pessoas baseada nas competências implica que a organização planeje, selecione, desenvolva e remunere seu pessoal tendo como foco as competências. Não apenas as competências técnicas, mais as humanas, isto é, ações metatécnicas e metaprofissionais.

As Instituições vêm, há alguns anos, criando alternativas de Gestão de Pessoas para seu crescimento. São muitos os modelos organizacionais adotados, como também, são muitas as IES que aderem a algum modelo específico na Gestão de Pessoas, com o intuito de ser mais comprometida e responsiva com seus profissionais. A perspectiva de adotar um indicador de competências transversal aponta uma transformação da prática na gestão dessas IES, pois rompe a limitação da atuação dos profissionais às atividades formais ampliando seu compromisso e responsabilidade. Essa proposta pode acarretar algumas discussões do ponto de vista conceitual, portanto, o desenvolvimento de atitudes pressupõe conhecer di-



ferentes valores e poder apreciá-los, experimentá-los, analisá-los criticamente e eleger livremente um indicador de competências transversal para as IES. A transversalidade promove uma compreensão abrangente dos diferentes objetos de conhecimento, bem como a percepção da implicação do sujeito de conhecimento na sua produção, superando a dicotomia entre ambos, (PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS, 2000).

Essas IES devem estabelecer em suas políticas, indicadores de competências dentro das metas pré-estabelecidas, com a finalidade de avaliar o potencial e os pontos a desenvolver de cada profissional, orientando-os em suas ações de forma a suprir as necessidades pessoais e a da instituição. Segundo Dutra (2008), “são as pessoas que, ao colocarem em prática seu patrimônio de conhecimentos da organização, concretizam as competências organizacionais e fazem sua adequação ao contexto”. As IES como estratégia de sobrevivência, devem incorporar, como as demais organizações, uma nova cultura promovendo aproximação e/ou superação entre os saberes da realidade vivenciada pelos profissionais em seu cotidiano, os conhecimentos científicos e outras realidades culturais, a fim de enriquecer as suas próprias experiências e percepções.

De maneira geral as organizações recrutam e selecionam pelo perfil intelectual de cada elemento, mas, como fazer para que essa intelectualidade seja desenvolvida, atualizada, inovada, atendendo as variações de mercado? França e Roma (2011) “reconhecem que com as constantes transformações evidenciadas no mundo contemporâneo, as organizações travam uma luta diária em busca da diversificação dos seus serviços e estratégias competitivas para a sua sobrevivência”. Pode-se dizer que é particularidade de cada Instituição, cada uma delas, com seu nicho de mercado específico, adotar uma política que tornam essas práticas viáveis, tomando medidas necessárias à evolução desses profissionais, fazendo com que o aprendizado seja rotineiramente desenvolvido, através de cursos dos mais variados – técnicos, tecnólogos, bacharelados, especializações, MBAs, mestrados, doutorados, pós-doutorados, onde as escolhas devem estar em comum acordo com a pretensão e necessidade do profissional e da organização.

A relevância do estudo é analisar através da pesquisa *in loco*, com aplicação de questionários e citações diversas, quais são os indicadores de competências que essas IES, pública, privada e fundação, estão utilizando com os seus colaboradores Administrativos, e a possibilidade de adotar um indicador transversalmente, nos diferentes segmentos. E que esse seja mais uma ferramenta para contribuir na melhoria da Gestão de Pessoas dessas IES.



2. OBJETIVO ORGANIZACIONAL E INDIVIDUAL

As organizações internamente devem garantir a realização de seus objetivos, selecionar os elementos necessários ao acompanhamento do processo, determinar as fontes das informações a serem obtidas e possibilitar um melhor direcionamento na tomada de decisões. Entender que a desenvoltura das ações referentes às IES está intensamente ligada à capacidade intelectual de cada profissional. É fato que essas Instituições dotam políticas de Gestão de Pessoas distintas, fazendo com que suas ações na gestão do capital intelectual sejam referência e passe a ser adotado nas diferentes áreas das IES, o que podemos chamar de prática de transversalidade.

Objetivos Organizacionais	Objetivos Individuais
• Sobrevivência	• Melhores salários
• Crescimento sustentado	• Melhores benefícios
• Lucratividade	• Estabilidade no emprego
• Produtividade	• Segurança no trabalho
• Qualidade nos produtos/serviços	• Qualidade de vida no trabalho
• Redução de custos	• Satisfação no trabalho
• Participação no mercado	• Consideração e respeito
• Novos mercados	• Oportunidade de crescimento
• Novos clientes	• Liberdade para trabalhar
• Competitividade	• Liderança liberal
• Imagem no mercado	• Orgulho da organização

Quadro 1. Objetivos: Organização versus Colaborador
Fonte: Adaptado de Chiavenato, 2010

Tanto o objetivo organizacional como o do colaborador, deve apregoar o resultado que se pretende alcançar; a transformação da situação atual que se almeja modificar deve ser expressa de forma clara, concisa e determinante. Contribui Paludo (2013), “os objetivos não devem ser genéricos ou ambíguos; ao contrário, devem ser claros e diretos – devem ser mensuráveis, relevantes, delimitados no tempo, espelhar resultados, e ser coerentes com a missão, a visão e a estratégia definida”.

É extremamente importante para o profissional conhecer de fato, o contexto organizacional onde está inserido. No ambiente organizacional deve haver a parceria e o interesse mútuo. Não se alcança resultados sem o devido conhecimento e envolvimento com as particularidades da organização. Por um lado, à empresa



com sua cultura - objetivo, visão, missão, valores e por outro lado o funcionário com seus sonhos e objetivos de vida. Todas as organizações são alicerçadas nos seguintes pilares: objetivo (ponto para atingir), missão (razão de ser), visão (ideal desejado) e os valores (princípios e padrões). Cada um dos pilares é de grande significado para o sucesso organizacional.

3. GESTÃO POR COMPETÊNCIA - UMA ANÁLISE CONCEITUAL

O conhecimento é uma das variáveis fundamentais para explicar a constante evolução das organizações, e essas por sua vez, necessitam adotar uma postura diferenciada para enfrentar o mercado como um todo, obrigando-as a reverem suas práticas de gestão do conhecimento. Fazendo com que, cada profissional se sinta, de fato, responsável pelos resultados organizacionais, esses precisam interiorizar, primeiro a política da Instituição e trabalhar em prol dos resultados. Para Silva Filho e Silva (2014) e a gestão do capital humano, que contribui para ampliar o conhecimento coletivo, é um dos fatores determinantes do sucesso das organizações.

O conceito de competência teve sua origem em Administração de empresas na área de treinamento e desenvolvimento. As primeiras investigações sobre o tema partiram de David McClelland na década de 1970. Em 1973, McClelland publicou o resultado de seu trabalho sobre mensuração de competências e inteligência na revista *American Psychologist*, abrindo caminho para outras pesquisas e estudos (GRAMIGNA, 2012).

Para melhor entender o tema em questão, precisa-se saber a definição de competência, palavra muito usada na contemporaneidade. Segundo Rabaglio (2002) “é um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes – CHA específicas que permitem ao indivíduo desempenhar, com eficácia, determinadas tarefas, em qualquer situação de forma peculiar”. Dutra (2008) “acredita que o conjunto CHA não garante que os objetivos organizacionais sejam atingidos. Agrega ao conceito de competências o conceito de entrega”.

Na década de 80 em diversos países, inicia-se nas organizações a definição das escalas de competências baseadas no estudo de perfil. Essas escalas incluíam indicadores de desempenho que ultrapassavam o conhecimento da tarefa: as habilidades necessárias e as atitudes favoráveis. Para Souza e Souza (2016), “as constantes e rápidas mudanças demandam novos modelos de gestão, novas práticas e, em decorrência, novos perfis de competência”. Atualmente pode-se dizer que é frequente a utilização do termo competência no campo da gestão organizacional. Como aponta Fernandes (2012), “as competências individuais, articuladas a outros recursos, ajudam a constituir competências organizacionais”.



3.1 As competências individuais e organizacionais

A competência não pertence ao mundo organizacional e nem ao mundo do trabalho; ela está na essência de toda ação humana individual ou coletiva. “A competência não se reduz a um estado ou conhecimento, a um saber ou habilidade. A sua formação é caracterizada pelo cruzamento de três eixos: a pessoa, com sua biografia e socialização; sua formação; e sua situação profissional” (FERNANDES, 2012).

Cada profissional deve buscar melhoria em sua empregabilidade para disponibilizar-se para o mercado de trabalho com excelência. Entendendo, que a contrapartida das organizações está sempre condicionada ao conhecimento - o capital intelectual que é um bem intangível. Esse capital não pode ser desassociado do profissional, pois se trata do conhecimento absorvido, de sua inteligência. É notório que os profissionais com melhor educação, hábitos, conhecimentos, são selecionados a ocupar cargos de destaques nas organizações e são bem remunerados para esse fim.

As competências individuais ou funcionais devem ser desmembradas das competências organizacionais, revelando uma série de conhecimentos, habilidades e atitudes que orientam as equipes de trabalho para a realização eficaz de suas atribuições, sempre tendo como parâmetros o planejamento estratégico, o norte da empresa. É do conhecimento de todos os profissionais, que as competências individuais são requisitos eficazes para que ocupe as vagas ofertadas pelas organizações. Mas, essas informações precisam chegar a esses profissionais com objetividade e clareza, ou seja, descrevê-las sem margem para mal-entendidos.

A competência individual é ampliada pela absorção da prática no dia a dia, tarefa e mentalidade; o comprometimento de cada profissional com a organização e o seu objetivo movimenta não somente músculos e inteligência, mas todo seu poder de inovação, intuição, criação, como também, sua capacidade de decifrar a organização como um todo, sabendo agir nas ações e problemáticas gerando vantagens competitivas únicas.

O modelo de competência é uma ideologia que pode contribuir para o desenvolvimento humano, na medida em que há estímulo para o desenvolvimento do potencial do ser humano, envolvendo suas capacidades de pensar, sentir e agir: “Pensar”, baseado em conhecimentos; “Sentir”, que lhe permita entrar em contato com sua subjetividade, com o conhecimento de si próprio e do outro; “Agir” menos reativo, com capacidade de construir alternativas e fazer opções. O agir implica estar consciente de responsabilidade pela busca de novas competências (MACARENCO; DAMIÃO, 2011).

As organizações que estão acompanhando as novas tendências de mercado, já mudaram seus conceitos no tratamento dado aos profissionais, se desprendendo do controle e enfatizando o desenvolvimento de carreira de cada um. Deixando claro que os profissionais que fazem parte do contexto organizacional são deposi-



tários do patrimônio intelectual, da capacidade e da agilidade de resposta da organização, surgindo assim, oportunidades de negócios e melhoria.

3.2 Indicadores de competências organizacionais

Vários autores já deram suas contribuições nesse sentido, como mensurar objetivamente o capital intelectual de uma organização. Quais ferramentas, metodologias, processos e ações, são utilizados como forma de descobrir o valor real de uma empresa pela identificação dos valores internos - seus colaboradores. Vale citar o seguinte exemplo:

Que utilizam a linguagem metafórica, comparando a empresa à figura de uma árvore, considerando a parte visível (tronco, folhas e galhos) ao que estão registrados nos organogramas, nas demonstrações contábeis; e a parte invisível - abaixo da superfície (sistemas de raízes) - ao Capital Intelectual, que são fatores dinâmicos ocultos que embasam a empresa visível formada por edifícios e produtos (EDVINSSON; MALONE, 1998).

O processo de identificação de potenciais e talentos é de fundamental importância para que a organização possa realinhar suas estruturas de pessoal. Para os profissionais que fazem parte do quadro organizacional, a vantagem é a possibilidade de planejar o autodesenvolvimento por meio do conhecimento das suas potencialidades e dificuldades. Para as organizações no caso específico as IES pública, privada e fundação, fica a certeza de que a responsabilidade pelo desenvolvimento profissional é uma questão de parceria. E depende muito do esforço de ambos.

O conjunto de indicadores deve ser definido pelas organizações de acordo com suas capacidades e recursos, tomando cuidado para que sejam pertinentes, relevantes e mensuráveis. Segundo Gramigna (2012) "ao verificar performances e identificar competências em potencial, é possível constatar o *gap*, bem como investir na capacidade potencial futura de uma equipe". São os indicadores que vão mensurar tanto individualmente como coletivamente os profissionais, como também servirá como guia para as estratégias de planejamento da empresa.

Vale ressaltar que o indicador estabelecido toma como referência um critério objetivo, com regras e parâmetros formalmente definidos; ao contrário, temos medições ou indicadores potencialmente subjetivos, discricionários e dependentes. A eficiência e eficácia organizacional são fatores que as fazem permanecer no mercado competitivo e estes, são frutos de uma gestão criativa e inovadora que obtém o sucesso através dos profissionais.



4. TRANSVERSALIZAÇÃO E SUAS CARACTERÍSTICAS

A proposta da transversalização em Gestão de Pessoas é de fato inovadora principalmente em se tratando de Gestão de Pessoas em Instituição de Ensino Superior – IES. Para melhor entender, precisamos saber o conceito de transversalidade. Na definição de Ariznabarreta (2001) “transversalidade é uma reação à coordenação burocrática e uma forma de reforçar a coordenação horizontal, por meio de vias alternativas de articulação organizacional, para além das linhas de autoridade”. Fundamenta Serra (2005) “também atribui à transversalidade a possibilidade de garantir uma nova leitura, uma ressignificação das atribuições dos órgãos setoriais (ou verticais, segundo sua classificação)”. O alvitre da transversalidade traz a necessidade de refletir e atuar conscientemente na educação de valores e atitudes em todas as áreas, garantindo que a perspectiva político-social se expresse no direcionamento das ações.

Dentro dos pressupostos da transversalidade, consolidam-se o que passou a ser denominado de temas transversais – temas específicos relacionados à vida cotidiana da comunidade, à vida das pessoas, a suas necessidades e seus interesses. Diz Araújo (2014) “tais temas, no entanto, não são novas disciplinas curriculares, e sim, como já visto áreas de conhecimentos que perpassam os campos disciplinares, interdisciplinares e transdisciplinares”. A transversalização precisa ser pautada numa perspectiva diferenciada, tendo como característica estabelecer relações entre a pessoa e a sua produção do conhecimento, entre o fato social e o saber sistematizado.

Foram chamados de transversais porque indicam uma forma diferente de abordar o conhecimento, vendo-o como algo dinâmico, possível de transformação e de ser relacionado ao cotidiano. Foram pensadas como ruas que cruzam as avenidas do conhecimento, produzindo encontros entre o saber do dia-a-dia e o conhecimento construído através dos tempos (BARBOSA, 2013).

Dentro dos pressupostos da transversalidade, consolidam-se o que a transversalização é uma forma diferente a abordar o conhecimento, é percebido como algo dinâmico, possível de transformação. Tendo como principal característica estabelecer relações entre conhecimentos – teoria e prática; entre os profissionais e sua capacidade de aprender; entre os fatos e o saber sistematizado. Portanto, podemos ter esse novo olhar da transversalização, refletindo não somente como algo que existe em comum entre as disciplinas, mais sim como uma forma diferente de abordar o conhecimento, a habilidade e a atitude, percebendo-os como algo dinâmico, possível de transformação e de ser inserido em qualquer contexto, como no caso, nos indicadores de competências na Gestão de Pessoas das Instituições de Ensino Superior – IES, pública, privada e fundação, conforme a proposta da pesquisa.



5. METODOLOGIA

O público alvo da pesquisa foram os profissionais Administrativos das três Instituições de Ensino Superior - IES. Foram aplicados *in loco* nas IES pública, privada e fundação, na cidade de Manaus/AM, 30 instrumentos de coleta de dados, para os colaboradores Administrativos, estabelecidos como questionário, buscando saber o sexo, idade e grau de instrução dos respondentes. Como também, contendo 24 perguntas fechadas, com quatro blocos com seis questões cada. Onde as questões 1ª a 6ª são referentes ao Objetivo da Instituição de Ensino Superior - IES; as questões 7ª a 12ª são referentes às Competências Individuais; as questões 13ª a 18ª são alusivas às Competências Organizacionais e as questões 19ª a 24ª são atinentes aos Indicadores de Competências das IES. Para Vergara (2004), a população é um conjunto de elementos que possuem as características que serão o objeto de estudo.

Assim, foram adquiridas informações referentes ao procedimento adotado, como instrumentos de Gestão de Pessoas usados pelas IES pública, privada e fundação, na qual fazem com que o nível de satisfação, motivação, interesse e colaboração de seus profissionais Administrativos permaneçam ativos e evidenciados.

6. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

O estímulo à realização deste estudo foi buscar saber quais os indicadores de competências estão sendo utilizados atualmente, com os profissionais Administrativos, nas Instituições de Ensino Superior – IES pública, privada e fundação, e de qual maneira essas competências estão sendo mensuradas, e sugerir que esses indicadores sejam transversalmente adotados por outras Instituições, ou seja, adaptá-los a Gestão de Pessoas das demais IES. Apesar das particularidades de cada Instituição, é evidente que estas estão empenhadas com a inovação da Gestão de Pessoas. De maneira geral, o mercado competitivo requer de cada IES respostas de acordo com as novas tendências.



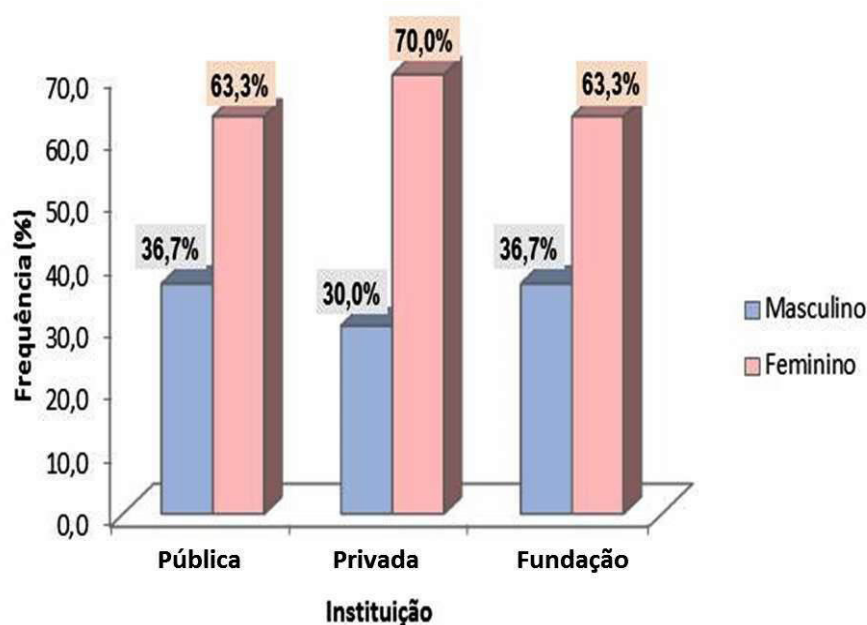


Gráfico 1. Frequência da população Administrativa pesquisada, por sexo
Fonte: Dados da pesquisa, 2016

No Gráfico 1. São apresentadas a classificação da população por sexo, mostrando uma diferença significativa entre o público alvo, no qual 65,6% destes representam os colaboradores do sexo feminino; e 34,4% dos respondentes são do sexo masculino, ou seja, é predominante a presença da mão-de-obra feminina nas IES. Esses estão assim distribuídos: Na Instituição pública 11 ou 36,7% dos colaboradores são do sexo masculino e 19 ou 63,3% representam o público feminino. Na IES privada, 9 dos pesquisados são colaboradores do sexo masculino e 21 colaboradores do sexo feminino, o que corresponde a 30,0% e 70,0% respectivamente. Na IES fundação os Administrativos pesquisados, coincidentemente foi igual ao da IES pública, 11 colaboradores do sexo masculino, o que corresponde a 36,7%; 19 representam o público do sexo feminino, 63,3%.

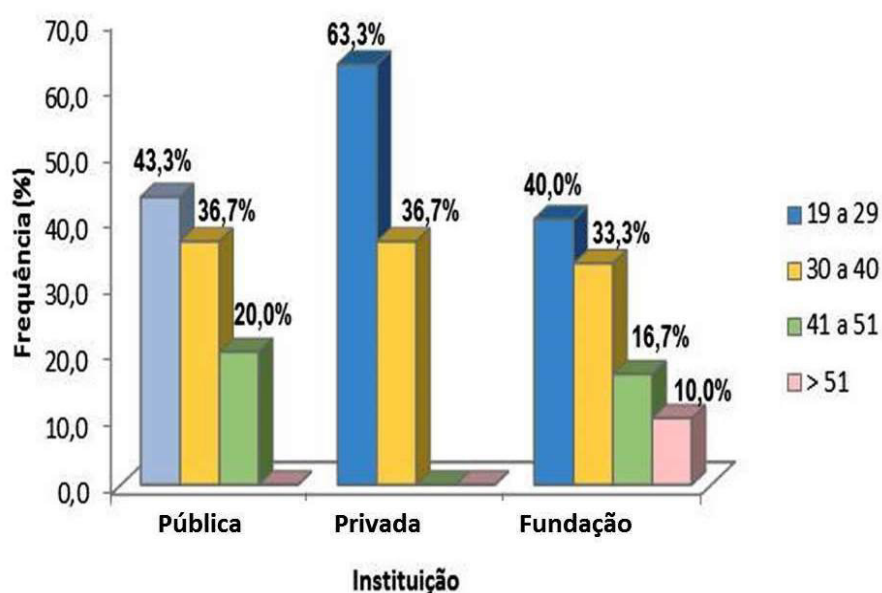


Gráfico 2. Frequência da população Administrativo por faixa etária
Fonte: Dados da pesquisa, 2016

No Gráfico 2. É apresentada a população pesquisada por faixa etária. Na IES pública responderam o instrumento de pesquisa 13 com idade entre 19 e 29 anos, 11 com idade entre 30 e 40 anos, 6 com idade entre 41 a 51 anos, o que representa em 43,3%, 36,7% e 20,0% respectivamente. Na IES privada 19 Administrativos estão na faixa de idade entre 19 e 29 anos, com o percentual de 63,3%; 11 desses tem faixa de idade entre 30 a 40 anos, o que representa 36,7%. A IES fundação 12 ou 40,0% dos respondentes na faixa de idade entre 19 a 29 anos, 10 ou 33,3% desses com faixa de idade entre 30 a 40 anos, 05 ou 16,7% entre 41 a 51 anos e a minoria 03 ou 10,0%, com idade maior que 51 anos. Entendendo que das três IES 44 dos colaboradores Administrativos tem idade entre 19 a 29 anos, que corresponde a 48,9%; 32 respondentes tem idade entre 30 a 40 anos, representando um percentual de 35,6%; 11 desses com idade entre 41 a 51 anos, que em termos percentual temos 12,2%; e a minoria de 3 ou 3,3% desses com idade maior a 51 anos.

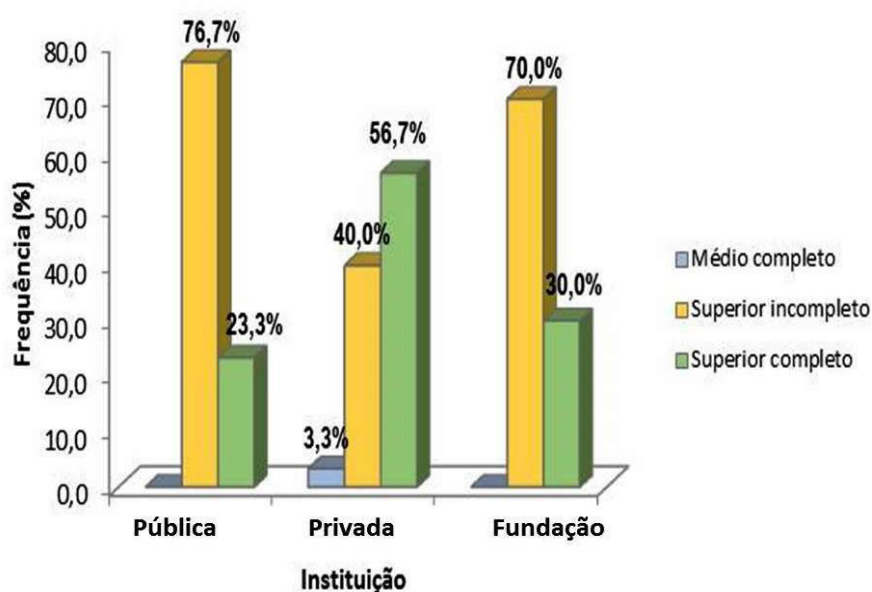


Gráfico 3. Frequência da população Administrativo, por escolaridade
Fonte: Dados da pesquisa, 2016

No Gráfico 3. É apresentado a população pesquisada por escolaridade. Na IES pública 23 tem ensino superior incompleto, que corresponde a 76,7% da população e 7 desses estão com o curso superior completo com formação em diversas áreas, o que representa 23,3%. Na IES privada dos 30 respondentes Administrativos, somente 1 tem o ensino médio completo, 3,3%; 12 com curso superior incompleto ou cursando, o que corresponde a 40,0%; e 17 desses, 56,7%, com curso superior completo. A IES fundação está com essa classificação por escolaridade, 21 dos respondentes com curso superior incompleto e 9 com curso superior completo, representando em percentual temos 70,0% e 30,0% respectivamente. Ficou claro através da pesquisa nas três IES, que 1 dos colaboradores possui o ensino médio completo; 56 estão com curso superior incompleto e 33 com o curso superior completo em formações variadas, o que corresponde respectivamente em percentual 1,1%, 62,2% e 36,7%.

INDICADOR	INSTITUIÇÃO	n	MÉDIA	ERRO PADRÃO	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO	p
Objetivos da Instituição	Pública	30	4,07	0,13	0,71	2,33	5,00	44,2%
	Privada	30	4,31	0,11	0,61	3,17	5,00	
	Fundação	30	4,23	0,16	0,89	2,00	5,00	
Competências Individuais	Pública	30	4,53	0,07	0,39	3,33	5,00	4,5%
	Privada	30	4,42	0,11	0,59	2,17	5,00	
	Fundação	30	4,06	0,21	1,12	1,00	5,00	
Competências Organizacionais	Pública	30	3,89	0,15	0,81	2,17	5,00	3,2%
	Privada	30	4,43	0,10	0,52	3,00	5,00	
	Fundação	30	3,94	0,21	1,16	1,00	5,00	
Indicador de Competência	Pública	30	3,95	0,12	0,65	2,67	5,00	1,1%
	Privada	30	4,31	0,09	0,52	3,33	5,00	
	Fundação	30	3,77	0,16	0,85	1,83	5,00	

Tabela 1. Os quatro blocos de questões. Objetivos da Instituição. Competências Individuais. Competências Organizacionais e Indicadores de Competências, respondidos pelos profissionais Administrativos das IES pública, privada e fundação.
Fonte: Dados da pesquisa, 2016

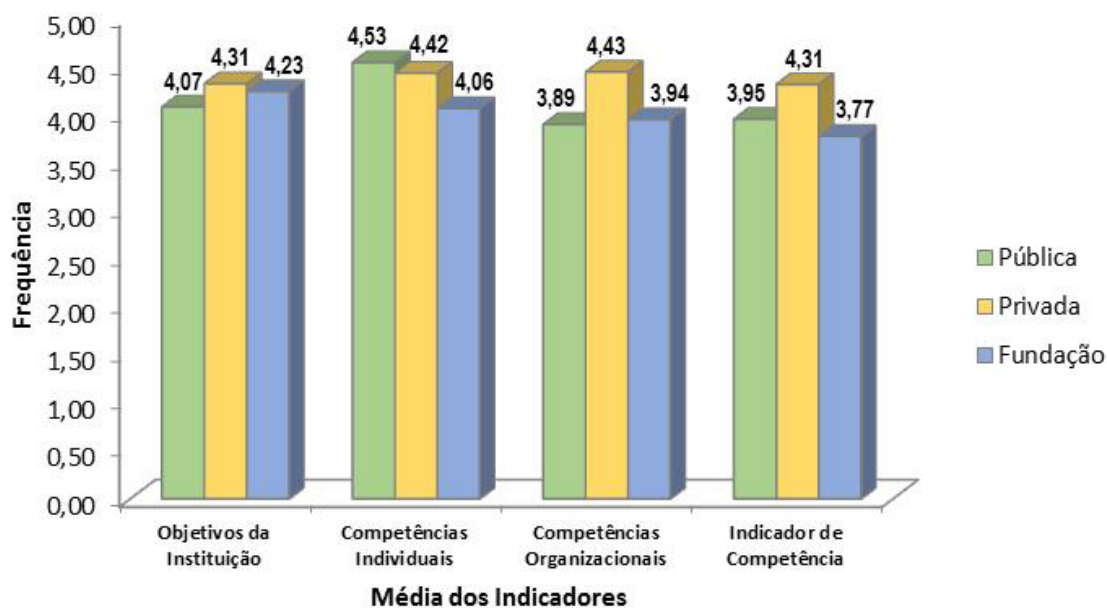


Gráfico 4. Os quatro blocos de questões – Objetivo da Instituição, Competências Individuais, Competências Organizacionais e Indicadores de Competências, respondidas pelos 30 colaboradores Administrativos de cada IES pesquisada.
Fonte: Dados da pesquisa, 2016

O Gráfico 4 refere-se aos quatro blocos, cada bloco com seis questões, e com uma escala de 1 a 5 para cada questão, que foi aplicado ao público alvo Administrativo das três IES.

No primeiro bloco as primeiras questões estão vinculadas ao Objetivo da Instituição. Com o total de 4,07 para a IES pública, 4,31 para a IES privada e 4,23 para a IES fundação. É notório que existe entre os jovens profissionais Administrativos pesquisados, nas três IES pública, privada e fundação, uma coerência na concordância de que, as informações atinentes ao Objetivo da Instituição é, *a priori*, extremamente necessária a todos os eles que fazem parte de seu quadro organizacional, e isso contribui para que os mesmos possam executar com eficiência suas atividades. Fundamenta Wagner & Hollenbeck (2012) os objetivos organizacionais são os resultados específicos mensuráveis que os membros da organização devem realizar.

No segundo bloco as questões como sequencial são atinentes as Competências Individuais. Com um total de 4,53 para a IES pública, 4,42 para a IES privada e 4,06 para a IES fundação. A competência individual é condição *sine qua non* para a inserção desses profissionais na organização de sua escolha. E para que o profissional seja absorvido pelo mercado de trabalho, ele deve preocupar-se com sua formação e preparar-se intelectualmente. Mudou o perfil do cidadão requerido pela sociedade, mudou o perfil dos profissionais requeridos pelas empresas (MACARENCO; DAMIÃO 2011).

No terceiro bloco as questões no sequencial são referentes as Competências Organizacionais. Com 3,89 para a IES pública, 4,43 para a IES privada e 3,94 para a IES fundação. Estamos na era das competências e dos talentos. Assim, fica claro que todas as organizações para permanecerem no mercado competitivo, precisam também, como seus colaboradores, buscar alternativas para superar seus concorrentes e evidenciar para a sociedade o quanto ela desempenha as atividades necessárias para alcance do sucesso. As competências individuais e organizacionais fazem com que todos se virem para a mesma direção, e auxiliam você a ser mais efetivo ao evitar e resolver problemas das pessoas (GREEN, 2000).

No quarto bloco as questões no sequencial são remissivas aos Indicadores de Competências. Com o total de 3,95 para a IES pública, 4,31 para a IES privada e 3,77 para a IES fundação. Avaliar o desempenho e a satisfação dos profissionais que estão prestando serviços em qualquer que seja a organização, tornou-se em dias atuais, uma grande desafio. E isso não está fora da realidade das três IES, pública, privada e fundação.

É através de ferramentas adotadas por essas Instituições a exemplo de: pesquisa de clima organizacional, avaliação de desempenho, programas de capacitação, feedback, entre outros, que as mesmas têm como mensurar os resultados do trabalho de cada profissional, considerando seus conhecimentos, metas e habilidades. Para Assis (2014), o uso de medições, de métricas, de indicadores também se dá



em situações que apoiam e orientam ações para o futuro e necessitam de indicadores para validar estratégias e planos de ação.

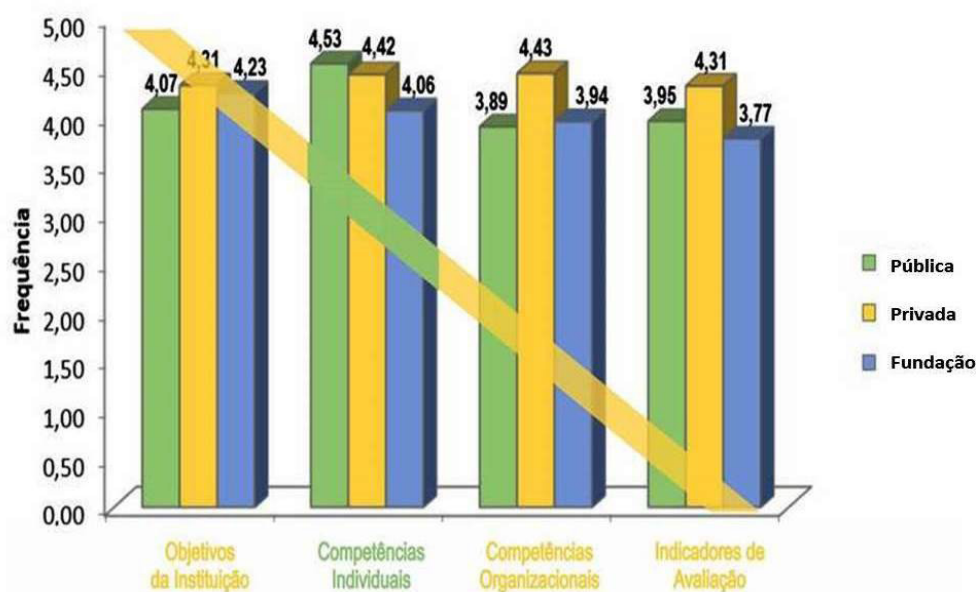


Gráfico 5. Transversalização dos profissionais Administrativos das IES
Fonte: Dados da pesquisa, 2016

Com a análise do Gráfico 5, ficou evidente que o grupo de colaboradores Administrativos das três IES pública, privada e fundação, que foram os respondentes do questionário, têm uma percepção positiva em relação à política adotada pelas IES. Com exceção do bloco de questões referente às Competências Individuais, que sobressai a IES pública com 4,53, e deixa claro que, para ingressar no quadro de colaboradores da IES, será através de concurso público, esses profissionais precisam estar, *a priori*, preparados intelectualmente, com conhecimentos suficientes para a sua aprovação. Demais blocos de questões versam sobre o Objetivo da Instituição com 4,31; Competências Organizacionais 4,43; e Indicadores de Competências 4,31, foram destaques para a IES privada.

Após análise das escalas apresentadas, dando destaque a IES privada, que adota a Gestão de Pessoas Humanizada, e que caracteriza a transversalização as outras duas IES, pública e fundação dos indicadores de competências utilizados. Essa mensura formalmente, o desempenho de aspectos individuais, como em relação à interação do profissional com os outros profissionais e a Instituição. Em relação à caracterização da transversalidade, está tem a finalidade de materializar na prática organizacional a concepção de transversalidade e desmistificar a abordagem da transversalidade somente para fins pedagógicos. A transversalidade não é apenas aquilo que pode existir em comum entre as disciplinas, mas também é, na nossa visão, sobretudo, percepção reflexiva daquilo que se distingue (REY, 2002, p.212).

7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O estudo foi significativo, pois, através deste evidenciou-se a eficácia da pesquisa. Com a análise, foi possível, ponderar os indicadores de competências utilizados na Gestão de Pessoas das Instituições de Ensino Superior – IES, que caracteriza a transversalização. Com o intuito de mensurar subjetivamente as respostas em diferentes culturas e política organizacional, foram analisados dados referentes a três IES de segmentos diferentes, pública, privada e fundação. E nessa caminhada de investigações e reflexões sobre os saberes, os conteúdos nos cotidianos das IES, foram aprofundados o entendimento em torno da percepção de transversalidade.

Entendendo que a transversalidade deve estar inserida em outros contextos, não só como referência à educação, cursos, conteúdo programático, disciplinas, uma vez que esta tem como característica estabelecer relações diversas. E essas relações podem acontecer como deixou claro o estudo, entre conhecimentos sistematizados e os extracurriculares, teoria e prática, pessoa e sua produção do conhecimento, entre organizações de setores diferenciados, etc. Ficou evidente, a reciprocidade nas ações, a parceria, pessoas desenvolvendo pessoas.

Uma vez que a essas Instituições possuem sistemas, processos e pessoas trabalhando alinhadamente, e alimentam-se de informações coordenadas e produz, por sua vez, novas informações coordenadas, o que gera atualizações, inovações e produtividade.

A Gestão de Pessoas das IES é um assunto que ainda requer um tratamento mais aprofundado de aspectos já abordado na pesquisa. As mudanças que vêm ocorrendo no mercado e o aumento da competitividade em busca de novos parceiros para a sustentabilidade desse segmento impõe às Instituições de Ensino Superior – IES, desafios de constante transformação e modernização em sua Gestão de Pessoas. Muitas organizações com ou sem fins lucrativos, dos mais variados segmentos e tamanhos, utilizam-se também de indicadores de competências, que auxiliam na demonstração ou explicitação de ações e/ou resultados (ASSIS, 2014).

A abordagem do tema não se encontra de maneira alguma esgotada. Levando-se em consideração que a pesquisa foi através de citações diversas e pesquisa *in loco*, com aplicação de questionário, referente a três Instituições de Ensino Superior – IES, de segmentos diferentes, pública, privada e fundação, faz com que as conclusões do estudo se restrinjam à realidade Institucional investigada, e essas podem ser observadas e citadas como referências.

Por fim, futuras pesquisas poderiam aprofundar as causas de alguns dos achados desta pesquisa, e para futuros estudos, sugere-se enveredar-se para outros métodos de pesquisa, como maneira de saber quanto as formas de recrutamento, seleção e desenvolvimento de carreira dos profissionais Administrativos. E que as novidades adotadas, possam transcender muros, e disponibilizar transversalmente às outras IES. Enfatizando que a transversalização é um enfoque que possibilita a



Instituição uma visão ampla e consistente da realidade contemporânea na Gestão de Pessoas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Ulisses F. **Temas Transversais, pedagogia de projetos e mudança na educação**. São Paulo: Summus, 2014.

ARIZNABARRETA, Koldo Echebarria. **Capital social, cultura organizativa y transversalidad en la gestión pública**. Anais VI Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública, Buenos Aires, Argentina, 5-9. Nov. 2001.

ASSIS, Marcelino Tadeu de. **Indicadores de Gestão de Recursos Humanos. Usando indicadores demográficos financeiros e de processos na gestão do Capital Humano**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2014.

BARBOSA, Laura Monte Serrat. **Temas transversais. Como utilizá-los na prática educativa**. Curitiba: Intersaberes, 2013

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração de Recursos Humanos. Fundamentos básicos**. São Paulo: Manole, 2010.

DUTRA, Joel Souza. **Competências: conceitos e instrumentos para a gestão de pessoas na empresa moderna**. São Paulo: Atlas, 2008.

EDVINSSON, Leif; MALONE, Michael S. **Capital intelectual**. São Paulo: Makron Books, 1998.

FERNANDES, Bruno Henrique Rocha. **Competências & Desempenho Organizacional. O que há além do Balanced Scorecard**. São Paulo: Saraivauni, 2012.

FRANÇA, Sullivan; ROMA, Andréia. Leader Coach. **Um guia prático para gestão de pessoas**. São Paulo: França, 2011.

GRAMIGNA, Maria Rita. **Modelo de Competências e Gestão dos Talentos**. 4 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

GREEN, Paul C. **Desenvolvendo competências consistentes. Como vincular sistemas de Recursos Humanos a estratégias organizacionais**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000.

MACARENCO, Isabel. DAMIÃO, Maria de Lurdes Zamora. **Competência. A essência da liderança pessoal**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

PALUDO, Augustinho. Administração Pública. 3 ed. **Teoria e mais de 700 questões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

Parâmetros Curriculares Nacionais: **Apresentação dos temas transversais e ética: Secretaria de Educação Fundamental** – SEF, 2 ed. – Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

RABAGLIO, Maria Odete. **Seleção por competências**. 4Ed. São Paulo: Educator, 2002.

RUANO, Alessandra Martinewski. **Gestão por competências**. Uma perspectiva para a consolidação da gestão estratégica de Recursos Humanos. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.

SANTOS, E. A. P. (Org.). **Gestão de talentos**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.

SERRA, Albert. **La gestión transversal. Expectativas y resultados**. In: Revista del CLAD Reforma y Democracia, n. 32. Jun. 2005. Caracas, Venezuela.

SILVA FILHO, Cândido Ferreira da; SILVA Lucas Frazão (Orgs.). **Tecnologia da informação e Gestão do conhecimento**. 2ª Ed. Revisada. São Paulo: Alínea, 2014.

SOUZA, Maria Zélia de Almeida; SOUZA, Vera Lúcia de. **Gestão de pessoas: Uma vantagem competi-**

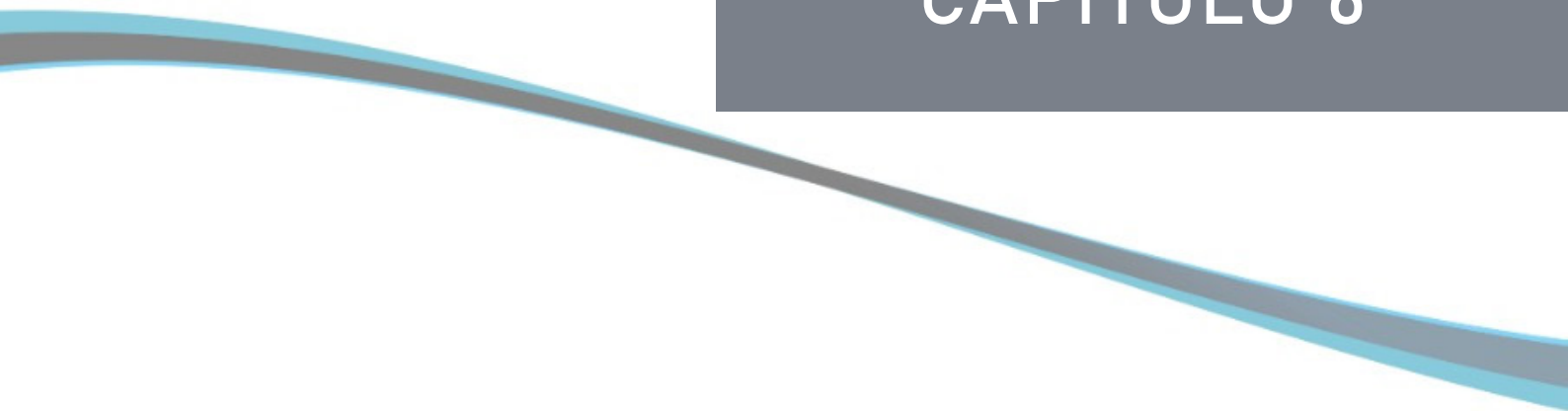


va? Rio de janeiro: FGV.IDE, 2016.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

WAGNER III, John A.; e John R. HOLLENBECK. **Comportamento Organizacional. Criando vantagem competitiva**. São Paulo: Saraiva, 2012.





CAPÍTULO 6

ESTUDO DO ARRANJO FÍSICO DE UM ESTALEIRO FLUVIAL DO MUNICÍPIO DE ITACOATIARA-AM

STUDY OF THE PHYSICAL ARRANGEMENT OF A RIVER YARD IN THE
CITY OF ITACOATIARA-AM

Gabriel de Moura Reis
Brunna Michaela Queiroz Góis
Ednickson Tenório Fernandes
Joel Castro do Nascimento

Resumo

Este trabalho buscou aplicar os conceitos de análise e planejamento de arranjos físicos a um caso prático em um estaleiro fluvial localizada na cidade de Itacoatiara- AM. Nesta pesquisa foram analisados os níveis macro e micro de planejamento. Cada nível foi caracterizado e analisado considerando o grau de afinidade das UPEs. Foram ainda feitas ponderações sobre os tipos de arranjos físicos de cada nível. Essas análises foram feitas tendo por referência os fluxos de materiais e informações e a interrelação entre as unidades de planejamento de espaço.

Palavras chave: Arranjo Físico, Níveis de Planejamento, Estaleiro Fluvial.

Abstract

This paper sought to apply the concepts of analysis and planning of physical arrangements to a practical case in a river shipyard located in the city of Itacoatiara-AM. In this research we analyzed the macro and micro levels of planning. Each level was characterized and analyzed considering the degree of affinity of the PEUs. Considerations were also made on the types of physical arrangements at each level. These analyzes were made by reference to material and information flows and the interrelationship between space planning units.

Key-words: Physical Arrangement, Planning Levels, River Yard.



1. INTRODUÇÃO

A eficiência operacional dos complexos processos de fabricação de embarcações tem atraído um crescente interesse em pesquisas nos últimos anos. Este tipo de indústria está em grande expansão, imersa em uma série de mercados globais de alta competitividade que são caracterizados por serem extremamente dinâmicos (OLIVEIRA, 2011).

Esta situação obriga as instalações dos estaleiros em focar seus esforços em atender seus clientes com produtos de qualidade a preços acessíveis, e com um prazo mínimo de entrega, buscando-se cada vez mais baixos tempos de processamento (SALES, 2012).

Neste contexto competitivo, a gerencia organizacional deve monitorar continuamente o progresso das estratégias empregadas, e elaborar um arranjo físico é uma das maneiras que se pode adotar para trazer benefícios para a organização (SLACK, 2002).

O estudo do arranjo físico, ou layout, se preocupa com a alocação física dos recursos de transformação e se justifica porque decisões de como organizar a produção possuem impacto direto nos custos de uma operação produtiva. Além disso, um layout inadequado geralmente é culpado por problemas de produtividade ou redução de qualidade (AGUIAR, PEINADO e GRAEML, 2007).

O planejamento do layout é um problema clássico da Engenharia de Produção pela sua importância no desempenho global de sistemas produtivos. Portanto, o objetivo deste trabalho é realizar um estudo sobre o arranjo físico de um estaleiro fluvial do município de Itacoatiara-AM, mapeando os processos e o fluxo de operações e materiais, a fim de propor colaborar com o desempenho do processo produtivo da empresa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Arranjo Físico

Conceitua-se como arranjo físico a localização física dos recursos de transformação. Um arranjo físico bom permite que os materiais, informações e pessoas escurram de maneira eficiente e segura, isso contribui na estratégia competitiva (SLACK, 2002; MONKS, 1987).

De acordo com Sales & Leite (2010), planejar a implantação de uma unidade



produtiva é um trabalho muito árduo. Geralmente é importante uma equipe com características técnicas diversas onde se faz vários estudos, como viabilidade técnica e econômica, de local, elaboração de projetos, compra de equipamentos necessários à execução do projeto, construção e montagem das instalações etc.

Slack (2002) afirma, que a relação volume-variedade da produção, induz o tipo mais adequado de arranjo físico. Segundo o mesmo autor há quatro tipos básicos de arranjo físico:

1. Arranjo físico posicional: os recursos transformados não se movem em relação aos recursos transformadores, ficam parados, ao passo que, materiais, pessoas e os elementos de informações se movimentam na medida que for necessário;
2. Arranjo físico por produto: nesse arranjo há uma predefinição do percurso para cada produto, elemento de informação ou cliente, no qual a sequência de atividades se ajuste com a sequência na qual os processos foram arranjados fisicamente;
3. Arranjo físico por processo: os processos semelhantes são agrupados como manufaturas especializadas, pelas quais os produtos irão percorrer de processo a processo, de acordo com sua necessidade;
4. Arranjo físico celular: Ao entrar na operação, os recursos a serem transformados são pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação, a célula, onde os recursos transformadores necessários a atender a determinada parte do processamento se encontram.

2.2 Níveis de planejamento de espaços

Nos dias atuais empresas que buscam competitividade e lutam para se manter no mercado precisam encontrar maneiras para sobreviver, e dentre as alternativas deve-se atentar para o planejamento do arranjo físico produtivo. Segundo Lee (1998), o planejamento de espaço é o foco principal do projeto de instalações das empresas e está presente no pensamento da maioria dos gerentes.

Segundo Sales & Leite (2010), os níveis de planejamento de espaço devem ser analisados de forma individual e a melhor forma é que seja do nível global para o nível local de trabalho. Para um planejamento do espaço físico se faz útil pensar em 5 (cinco) níveis de planejamento: planejamento global, planejamento de supraespaço, planejamento de macroespaço, planejamento do microespaço e submicro, porém neste trabalho será feito uso apenas do planejamento macro e microespaço.

Segundo Sales & Leite (2010) no planejamento do macroespaço é estabelecido



as diretrizes básicas dos espaços das instalações. Refere-se a um macro layout, pois planeja cada estrutura e subunidade da instalação. Nesse nível é definido a localização de todos os departamentos operacionais e o fluxo dos processos, levando em consideração a organização básica da empresa. As decisões no planejamento do macroespaço são de extrema importância para o desenvolvimento de novos produtos, redução de custos e mão de obra flexível

Quanto ao planejamento do microespaço tem-se foco no espaço interno de cada prédio, como equipamentos e móveis específicos, especificando o espaço pessoal e a comunicação. Nesse nível define-se de forma mais precisa a disposição e a infraestrutura de cada espaço interno, levando-se em consideração os aspectos socio técnicos e ergonômicos (SALES & LEITE, 2010).

3. METODOLOGIA

Os procedimentos de pesquisa caracterizam o trabalho como um estudo de caso de caráter exploratório, com o objetivo de conhecer em profundidade a entidade estudada. A pesquisa no ambiente empresarial se deu no decorrer de cinco dias, com visitas agendadas e acompanhadas pelo proprietário do empreendimento. Foi mapeado o layout, maquinário, processos e operações e a movimentação de material do ambiente de trabalho da empresa.

Também foi realizada entrevista semiestruturada com o proprietário da empresa, questionando-o sobre os processos, mercado e organização do trabalho, permitindo que o entrevistado discutisse livremente sobre questões levantadas durante o diálogo, a fim compor a caracterização da empresa

Ao fim, os dados foram analisados e interpretados com embasamento teórico, buscando, assim, estabelecer conclusões a respeito do arranjo físico e o sistema produtivo da empresa

4. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Trata-se de um estaleiro fluvial do município de Itacoatiara – AM, fundado em 2014, que atende ao mercado de municipal, criando e fabricando embarcações de pequeno porte. Seus principais clientes compreendem a comunidade ribeirinha e agricultores da região, além de proprietários de embarcações recreativas do município. desenvolvidos

A empresa, com o apoio de 4 funcionários, fabrica canoas e lanchas de pequeno porte, dentro de normas técnicas da construção naval e que utilizam, para maior garantia de resistência e durabilidade, somente chapas e perfis de alumínio



projetados exclusivamente para o uso fluvial. Além disso, trabalha com manutenção de embarcações semelhantes. As embarcações são fabricadas em alumínio e têm tamanhos variáveis de 6 a 12 metros. A capacidade produtiva das instalações permite à organização fabricar até duas embarcações ao mês.

O estaleiro não trabalha com grandes estoques de matéria prima, então os fornecedores entregam lotes racionalizados, com suprimentos específicos para um único projeto, e o pedido é realizado somente após a confirmação do projeto pelo cliente.

Por trabalhar com produtos sob encomenda, a empresa não gera grandes estoque de produtos acabados, uma vez que os clientes costumam buscar suas embarcações em até dois dias após a finalização.

O espaço atual da empresa conta com uma área de 576 m². São 96 m² de oficina, destinados à fabricação e montagem das embarcações, e 480 m² destinados armazenagem, acabamento e pintura. A Figura 1 mostra a planta baixa e a divisão do espaço físico atual desenhada com o software AutoCAD®.

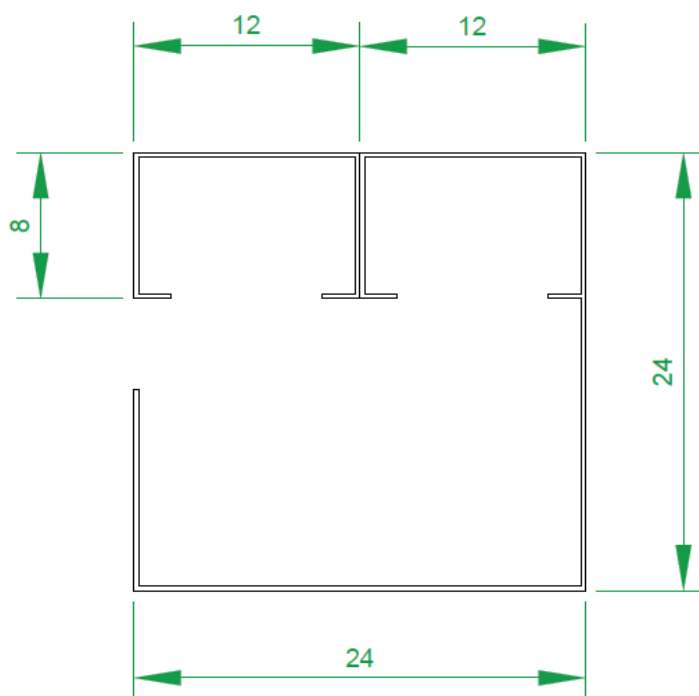


Figura 1 – Planta baixa do estaleiro
Fonte: Autores (2018)

Embora a empresa trabalhe com a fabricação de produtos sob encomenda e projeto, o processo produtivo é padronizado para todas as embarcações, uma vez que todos os seus produtos apresentam rotinas de fabricação similares, resumindo-se em 4 processos básicos: desenvolvimento do projeto, fabricação das partes, montagem da estrutura e Acabamento (Figura 2).



Figura 2 – Etapas do processo de fabricação do estaleiro
Fonte: Autores (2018)

Dessa forma, assim que o estaleiro recebe um pedido de uma embarcação, eles fazem o projeto conforme as solicitações do cliente e constroem uma miniatura deste projeto. Assim que aprovado eles partem para construção. Primeiro passo é cortar as chapas conforme os moldes do casco do navio, enquanto os moldes são fabricados. Com os moldes cortados eles os soldam formando a estrutura da embarcação. Com a estrutura já montada, são iniciados os processos de acabamento, os quais incluem a pintura da embarcação.

5. PLANEJAMENTO DO MACROESPAÇO

5.1 Unidades de Planejamento de Espaço (UPEs)

A empresa utiliza um sistema de produção por projeto, com um arranjo físico posicional. Após a análise do sistema de estoques, processos e fluxos produtivos, foram identificadas 4 UPEs macro, mostradas na Figura 3. São unidades em que há realização de alguma atividade e que demandam espaço, pessoas, máquinas e equipamentos no local de realização da atividade.

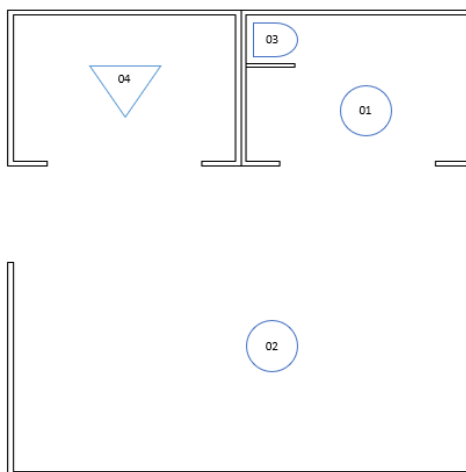


Figura 3 – UPEs do macroespaço
Fonte: Autores (2018)

Cada UPE identificada comporta um conjunto de atividades semelhantes (Tabela 1).

ID	Nome da UPE	Atividades
01	Oficina	Fabricação das peças e montagem da embarcação
02	Pintura	Limpeza e pintura da embarcação
03	Escritório	Recepção de clientes e elaboração dos projetos
04	Armazenagem	Armazenagem de produtos acabados e semiacabados

Tabela 1 – UPEs do macroespaço
Fonte: Autores (2018)

5.2 Afinidades

Um diagrama de afinidades foi produzido a fim de mapear as necessidades de proximidade entre as UPEs, assim como sua priorização. O código do diagrama de afinidades é descrito na Tabela 2.

Código	A	E	I	O	U	X
Proximidade	Absoluta	Excepcional	Importante	Ordinária	Sem Importância	Isolada

Tabela 2 – Código de classificação das afinidades
Fonte: Autores (2018)

Para análise dessas afinidades, levou-se em consideração o fluxo de materiais e informações (Figura 4). As Figuras 5 e 6 mostram o diagrama de afinidades e o diagrama de configuração do estaleiro, construídos com o auxílio do *software* gráfico DIA®.

Afinidades das UPEs	Oficina	Pintura	Escritório	Armazenagem
Oficina		I	A	I
Pintura			X	E
Escritório				U
Armazém				

Figura 4 – Afinidades das UPEs do macroespaço
Fonte: Autores (2018)

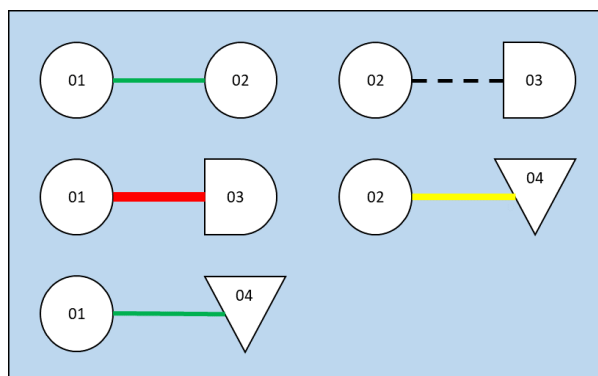


Figura 5 – Diagrama de afinidades das UPEs do macroespaço
Fonte: Autores (2018)

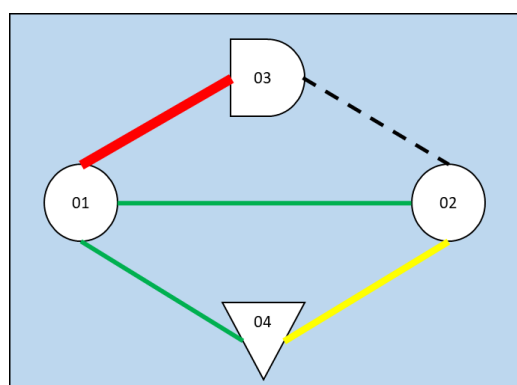


Figura 6 – Diagrama de configuração das UPEs do macroespaço
Fonte: Autores (2018)

5.3 Planejamento primitivo do macroespaço

Detalhando inicialmente o processo no que tange ao planejamento do macroespaço, tem-se a maioria das atividades realizadas na oficina, passando para a pintura e secagem em uma área externa ao ar livre e sendo armazenado o produto acabado em espaço reservado para tal. Contudo, o espaço não foi de fato planejado para o processo produtivo, tal que houve necessidade de o processo adaptar-se às configurações do espaço disponível.

5.4 Limitações

Quanto à produção da empresa, o macroespaço do estaleiro é suscetível aos fatores climáticos da região, uma vez que parte de seu processo ocorre ao ar livre, podendo, assim, ser interrompido por chuvas e ventanias. Além disso, a má distribuição do espaço físico é um fator que limita a produção, tendo visto que a área da oficina não é capaz de abrigar a produção de mais de uma embarcação simultânea, nem que uma embarcação seja maior que 12 metros de comprimento. A localização de difícil acesso tem colaborado para o atraso de matéria prima, o que, conseqüentemente, afeta todo o processo.

Quanto ao desenvolvimento da pesquisa, o espaço físico não permitiu o acompanhamento integral do processo produtivo, devido à pouca disponibilidade de espaço dentro da oficina.

5.5 Análise e seleção das alternativas

Baseado no estudo do macroespaço atual da empresa e as limitações que este proporciona, foram elaboradas hipóteses sobre o melhor aproveitamento do espaço físico do estaleiro, de modo que este fornecer melhores condições de trabalho.

Primeiramente, observou-se que a oficina, que abriga o maior número de operações para a fabricação das embarcações, dispõe de um espaço mínimo do disponível em toda a área do estaleiro, podendo esta ser ampliada, possibilitando maior espaço para fluxo de pessoas e material dentro. Quanto ao escritório, este deve ocupar um lugar que seja de melhor acesso pelos clientes e fora da oficina, uma vez que o ambiente pode oferecer riscos aos visitantes. Por fim, toda a área em que são realizadas atividades que agregam valor ao produto devem ser protegidas de fatores externos à empresa capazes de interromper a produção, isso significa que o processo de acabamento deve ser alocado em área coberta.

6. PLANEJAMENTO DO MICROESPAÇO

6.1 Unidades de Planejamento de Espaços (UPEs)

Foi realizado um estudo do planejamento do microespaço produtivo, definindo em cada UPE macro observa unidades menores. A partir dos dados levantados, concluiu-se que os únicos setores com unidades internas são a oficina e a pintura, uma vez que as demais realizam a única atividade específica de sua UPE macro.

Foram identificadas 4 UPEs dentro da área de oficina, conforme a Figura 7, descritas a seguir na Tabela 4.

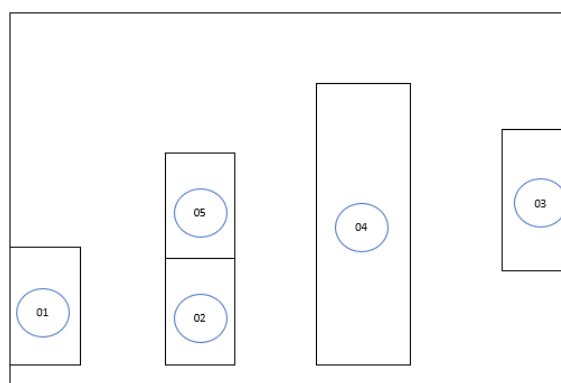


Figura 7 – UPEs da oficina
Fonte: Autores (2018)

ID	Nome da UPE	Atividades
01	Soldagem	Unir as peças que compõem a embarcação
02	Corte manual	Cortar peças pequenas da embarcação
03	Corte com máquina	Cotar peças grandes que exigem esforço
04	Montagem	Unir, pontear e testar a embarcação
05	Moldagem	Desenha e entalha as peças nas chapas de alumínio

Tabela 4 – UPEs da oficina
Fonte: Autores (2018)

Para o setor de pintura, foram isoladas 2 UPEs, conforme a Figura 8, descritas na Tabela 5.

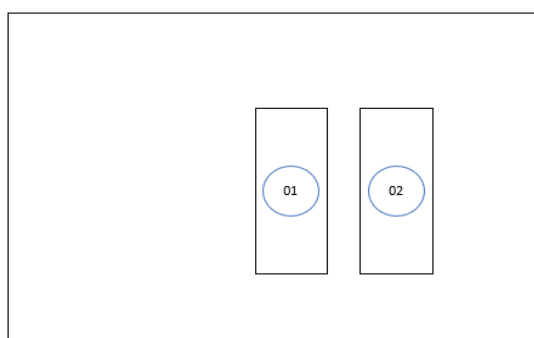


Figura 8 – UPEs da área de pintura
Fonte: Autores (2018)

ID	Nome da UPE	Atividades
01	Limpeza	Lixamento e limpeza da embarcação
02	Pintura	Aplicação do primer e tinta na embarcação

Tabela 5 – UPEs da área de pintura
Fonte: Autores (2018)

6.2 Afinidades

Para análise dessas afinidades, levou-se em consideração o a movimentação dos operários durante o processo produtivo (Figura 9). As Figuras 10 e 11 mostram o diagrama de afinidades e o diagrama de configuração das UPEs internas a oficina.

Afinidades das UPEs da oficina	Soldagem	Corte manual	Corte com máquina	Montagem	Moldagem
Soldagem		I	I	A	O
Corte manual			O	E	A
Corte com máquina				E	A
Montagem					A
Moldagem					

Figura 9 – Afinidades das UPEs da oficina
Fonte: Autores (2018)

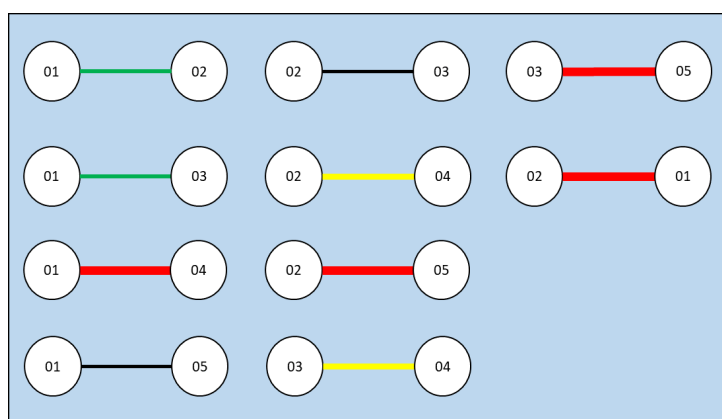


Figura 10 – Diagrama de afinidades das UPEs da oficina
Fonte: Autores (2018)

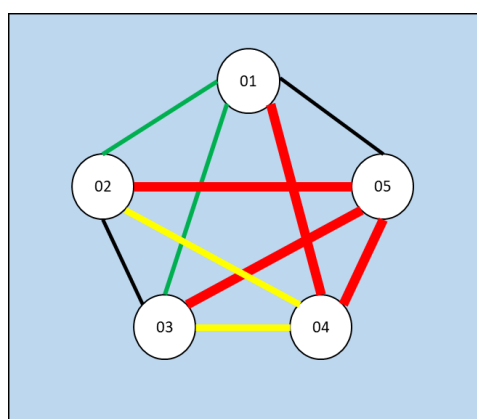


Figura 11 – Diagrama de configuração das UPEs da oficina
Fonte: Autores (2018)

A Figura 12 mostra relação de afinidades das UPEs do setor de pintura, enquanto a Figura 13 mostram o seu diagrama de afinidades.

Afinidades das UPEs da pintura	Limpeza	Pintura
Limpeza		A
Pintura		

Figura 12 – Afinidades das UPEs da pintura
Fonte: Autores (2018)

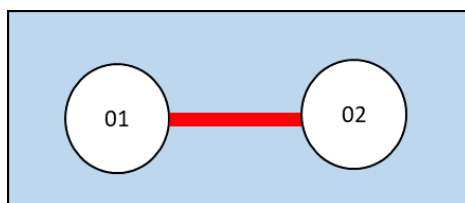


Figura 13 – Diagrama de afinidades das UPEs da pintura
Fonte: Autores (2018)

6.3 Planejamento primitivo do microespaço

As UPEs que compõem a oficina foram planejadas para atuar num layout posicional, em que o material a ser transformado encontra-se no centro do ambiente e os operários trabalham movimentando-se ao seu redor. Dessa forma, o estaleiro trabalha com uma produção sob projeto, fabricando uma única embarcação por vez. Todas as operações de fabricação das peças e montagem são realizadas dentro da oficina.

As UPEs de pintura, que atuam na área externa das instalações, são operadas por um único funcionário, responsável por todo o processo de acabamento.

6.4 Limitações

Quanto à produção da empresa, por conta da pouca disponibilidade de espaço da oficina, o estaleiro não pode trabalhar com estoque de matéria prima, sendo assim, não há margens para desperdícios. Além disso, os processos de acabamento (lixamento e pintura) estão constantemente suscetíveis a interrupções, visto que são executados ao ar livre.

Quanto ao desenvolvimento da pesquisa, uma vez que não foi possível realizar um estudo detalhado das operações do estaleiro, não é possível tomar conclusões quanto à necessidade de espaço e operários para cada uma delas. Sendo assim, não foi possível realizar um estudo quantitativo do processo produtivo do estaleiro.

6.5 Planejamento do macroespaço

A partir do estudo do processo produtivo da empresa, aliado a análise de seu espaço físico, foi possível elaborar uma alternativa ao arranjo atual de fabricação das embarcações utilizado pela empresa.

Em pesquisa sobre o processo produtivo de outras 5 fabricantes de embarcações fluviais em alumínio de pequeno porte, observou-se que 80% dessas empresas utilizam um layout de produção celular. O arranjo celular diferencia-se sobre o arranjo atual de modo que as etapas da fabricação das embarcações estejam divididas em células distintas. Segundo Sales (2012), a característica predominante desse arranjo é de que em cada célula existem recursos distintos que podem fabricar as partes que compõem o produto final independentemente.

Com base nas UPEs do microespaço, é possível a criação de 7 células de produção dentro do sistema (Tabela 8).

ID	Nome da UPE	Atividades
01	Projeto	Elaboração dos desenhos técnicos das embarcações
02	Moldagem	Criação dos moldes e desenho das peças nas chapas de alumínio
03		
Corte		
Cotar, frizar e conformar as peças que compõem a estrutura da embarcação		
04	Montagem	Alinhar, pontear e encavernar a estrutura da embarcação
05	Soldagem	Soldagem e vedação da embarcação
06	Lixamento	Lixar e limpar a embarcação
07	Pintura	Aplicação de primer e pintura da embarcação

Tabela 8 – Células de produção propostas
Fonte: Autores (2018)

A Figura 14 mostra o diagrama de afinidade entre as células propostas, e Figura 15 demonstra o diagrama de configurações do arranjo.

Afinidades das células de produção propostas	Projeto	Moldagem	Corte	Montagem	Soldagem	Lixamento	Pintura
Projeto		A	U	U	U	U	U
Moldagem			A	U	U	U	U
Corte				A	U	U	U
Montagem					A	U	U
Soldagem						A	U
Lixamento							A
Pintura							

Figura 14 – Afinidades entre as células de produção
Fonte: Autores (2018)

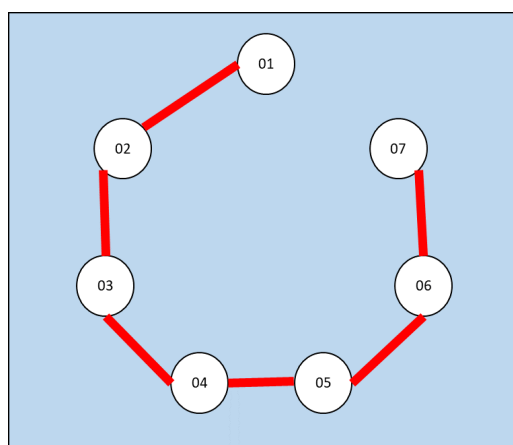


Figura 13 – Diagrama de configuração das células de produção
Fonte: Autores (2018)

Nota-se que cada célula passa a depender exclusivamente de sua antecessora. Além disso, a movimentação dos materiais é limitada e só ocorre entre as células.

Atuando com o arranjo celular, a empresa poderia aumentar sua produtividade, já que, dessa forma, todos os maquinários, em cada célula de produção, atuam em sua eficiência máxima em tempo integral de produção.

6. CONCLUSÃO

Com base nos dados levantados pelo estudo, constatou-se que a empresa em estudo tem processo produtivo simples, porém com operações que demandam conhecimento técnico especializado. Não há engenharia de processos e de produto, os layouts são, em geral, improvisados e os processos são elementares.

Por trabalhar com produto sob encomenda, a empresa não gera grandes esto-

ques, inclusive de matéria prima. Contudo, o baixo volume de unidades vendidas faz com que não se consiga obter preços competitivos nos produtos de consumo do estaleiro, acarretando assim preços elevados dos diversos componentes necessários à fabricação das embarcações.

Embora as embarcações construídas tenham baixo conteúdo tecnológico, a incorporação de ferramentas básicas de engenharia de produção e de processos tornaria a produção mais eficiente, principalmente as de otimização de arranjos físicos.

Diante disso, foram elaboradas propostas de otimização do planejamento do micro e macroespaço empresarial, que indica uma possibilidade no aumento da produtividade do estaleiro e segurança nos processos. Todas as propostas foram feitas baseadas exclusivamente no estudo do layout, sem o uso de análises de viabilidade econômica.

Para realização de trabalhos futuros, recomenda-se um estudo quantitativo do processo produtivo do estaleiro, capaz de medir a eficiência do processo atual e apontar os gargalos, afim de que se possa tomar providencias para melhor realização das atividades de produção.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, G.F.; PEINADO, J.; GRAEML, A.R. Simulações de arranjos físicos por produto e balanceamento de linha de produção: o estudo de um caso real no ensino para estudantes de engenharia. **Anais do XXXV COBENGE**. Curitiba-PR, 2007.

LEE, Q. Projeto de instalações e do local de trabalho. São Paulo: IMAM, 1998.

OLIVEIRA, V.A. Programação da produção de um estaleiro náutico. **Dissertação – Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Curitiba-PR, 2011.

SALES, J.A.M; LEITE, A.F. Análise dos níveis de planejamento de espaços no auxílio a tomada de decisões em uma marmoraria. In: **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Carlos, SP, Brasil, 12 a15 de outubro de 2010.

SALES, R. A. Uma avaliação comparativa de estratégias de arranjos físicos para estaleiro de construção de embarcações metálicas de pequeno porte. **Dissertação – Universidade Federal do Rio Grande do Norte**. Natal-RN, 2012.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2ª ed. São Paulo. Editora Atlas, 2002.



ANÁLISE CRÍTICA DO ARRANJO FÍSICO NA PREFEITURA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO: UM ESTUDO DE CASO NOS SETORES DE MANUTENÇÃO E ELÉTRICA/REFRIGERAÇÃO

CRITICAL ANALYSIS OF LAYOUT IN THE PREFECTURE OF THE STATE
UNIVERSITY OF MARANHÃO: A CASE STUDY IN THE MAINTENANCE
AND ELECTRICAL / REFRIGERATION SECTORS

Ingrid Costa de Oliveira

Luana Gomes Mesquita

Myllena de Jesus Fróz da Silva

Nathyelle da Silva Palhano

Sarah Suene Tavares Silva

Resumo

O estudo de layout possibilita uma maior organização e estruturação de um processo dentro de uma empresa/organização, garantindo assim uma produtividade mais eficiente com a diminuição dos seus lead times. Diante disso, o presente artigo teve como objetivo analisar e desenvolver mudanças nos setores de elétrica e refrigeração da prefeitura da Universidade Estadual do Maranhão, foram realizadas entrevistas com os servidores e visitas ao local. Assim, foi possível verificar que as atividades eram desenvolvidas, em sua maioria, em conjunto, e que durante a execução dos processos existia dificuldades decorrentes da comunicação ineficiente. Surgindo então a necessidade de uni-los em uma mesma sala a fim de melhorar os processos de comunicação e realização de atividades.

Palavras-Chaves: Layout, setores, UEMA

Abstract

The layout study allows a greater organization and structuring of a process within a company, thus ensuring more efficient productivity with the decrease of its lead times. Given this, this paper aimed to analyze and develop changes in the electrical and refrigeration sectors of the prefecture of the State University of Maranhão, based on interviews with servers and visits to the site. Thus, it was possible to verify the activities were mostly developed jointly, and that during the execution of the processes there were difficulties arising from inefficient communication. Then the need to unite them in the same room emerges in order to improve communication processes and activities.

Key-words: Layout, sectors, UEMA

1. INTRODUÇÃO

O estudo dos processos de uma organização representa uma forma prática de melhor entendimento do andamento da mesma, uma maneira de perceber todas as operações envolvidas bem como auxiliar no planejamento estratégico futuro.

O mapeamento de processo, no entanto, objetiva descrever como as atividades de um processo ocorrem na prática e, a partir dessa retratação, contribuir para a avaliação e aperfeiçoamento da utilização dos recursos. Conforme Pinho (2007): o mapeamento ajuda a identificar fontes de desperdícios e também fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura e serviços, o que torna as decisões mais visíveis de modo que se possa discuti-las.

Mapear processos revela-se assim um recurso efetivo de melhoria contínua quando utilizado corretamente. Tal mecanismo pode ser adotado em diversos tipos de processos, estejam eles inseridos em organizações privadas ou públicas. Com base nisso, o presente estudo objetiva aplicar o mapeamento de processos em uma instituição pública de ensino a fim de identificar a operação crítica e propor aperfeiçoamentos na mesma. O setor escolhido foi a Secretaria do curso de Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Maranhão

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Processo

De acordo Albertin e Pontes (2016), o processo de uma organização constitui-se de uma entrada que agrega valor para um cliente, uma saída que é a satisfação do mesmo. Podendo muitas vezes ser controlado e planejado (Figura 1). Dessa forma, constituindo-se um objetivo dentro de uma organização.

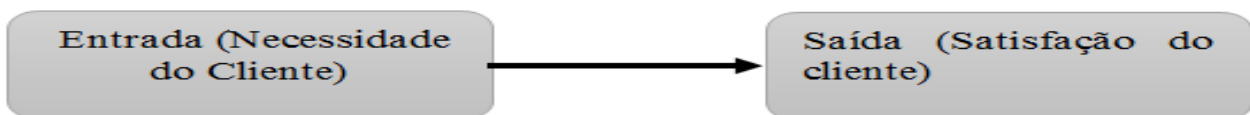


FIGURA 1 – Processo de uma organização.
Fonte: Abertin (2016).

Essa sequência de entrada e saída leva a ideia de um processo como fluxo de trabalho, em que apresenta uma sequência clara da atividade e sua interdependência, mas o mesmo é apenas um dos cinco tipos do processo empresarial. Os cinco modelos básicos de processos empresariais possibilitam ter uma análise da realidade de cada processo, pegando desde o mais objetivo e concreto modelo até o mais abstrato (GONÇALVES, 2000). Como descrito na tabela abaixo:



PROCESSO COMO	EXEMPLO	CARACTERÍSTICAS
Fluxo de material	Processos de fabricação industrial	Inputs e outputs claros atividades discretas Fluxo observável desenvolvimento linear sequência de atividades
Fluxo de trabalho	Desenvolvimento de produto Recrutamento e contratação de pessoal	Início e final claros Atividades discretas Sequência de atividades
Série de etapas	Modernização do parque industrial da empresa Redesenho de um processo Aquisição de outra empresa	Caminhos alternativos para o resultado Nenhum fluxo perceptível conexão entre atividades
Atividades coordenadas	Desenvolvimento gerencial Negociação salarial	Sem sequência obrigatória Nenhum fluxo perceptível
Mudança de estados	Diversificação de negócios Mudança cultural da empresa	Evolução perceptível por meio de indícios Fracá conexão entre atividades durações apenas previstas Baixo nível de controle possível

TABELA 1 – Os cinco modelos básicos do processo empresarial

Fonte: Gonçalves (2000)

As semelhanças na definição de processo entre os autores permitiu perceber que a eficiência de um processo está no uso de seus recursos e em todos os fatores que constituem a execução de sua atividade.

2.2 Mapeamento de Processos

“O mapeamento de processo se dá através de técnicas em um processo de um setor, departamento ou organização, permitindo assim ter uma visualização das suas fases de avaliação, projeto e desenvolvimento.” (CHEUNG E BAL ,1998). O diagrama do mesmo é representado em forma de sequência demonstrando suas entradas, saídas e atividades. A transparência das atividades possibilita o entendimento de cada sequência, a sua utilidade, uma melhoria no processo e um controle no mesmo.

O mapeamento de processos deve ser apresentado sob a forma de uma linguagem gráfica que permita: expor os detalhes do processo de modo gradual e controlado; descrever o processo com precisão; focar a atenção nas interfaces do mapa do processo; e fornecer uma análise de processos consistente com o vocabulário do projeto. (TSENG et al., 1999)

Esta visualização gráfica proposta pelo autor possibilita a identificação de gargalos no processo, e uma reestruturação do mesmo através de uma análise que permite “eliminar todo trabalho desnecessário, combinar operações ou elementos, modificar a sequência das operações e simplificar as operações essenciais”, sendo esses alguns enfoques para uma possível solução no processo (BARNES, 1977.).

Segundo Soliman (1998), a construção de um mapeamento pode ser geralmente realizada através de três passos, sendo eles:

1. Identificação do início e o fim de um produto ou serviço;
2. Obtenção de informações e elaboração;
3. Detalhamento das informações em forma de gráfico.

Nessa conjuntura o mapeamento de processos consiste em uma técnica que traz uma melhoria nos processos, reduz custos, aumentar a produtividade e possibilita uma melhor percepção de uma organização. Assim, através dos passos citados anteriormente teremos um direcionamento necessário para o detalhamento do mesmo e a aplicação de técnicas enxuta, proporcionando um gerenciamento no processo.

2.3 Técnicas para mapeamentos de processo

A literatura aponta algumas técnicas que podem ser utilizadas no mapeamento de processos com o intuito de representar visualmente, e por consequência, de forma mais concisa, os processos de uma empresa. Esse artigo tratará de duas dessas técnicas, fluxograma e diagrama de tartaruga, pois foram as utilizadas no estudo de caso.

2.3.1 Fluxograma

Segundo Barnes (1977), o gráfico de fluxo processo é uma técnica para se registrar um processo de maneira compacta, proporcionando assim que compreenda-se o processo através da representação do passo a passo, para só então propor melhorias no mesmo.

De acordo com Cury (2006), pode-se citar as seguintes vantagens para o uso dos fluxogramas: Facilitam a localização das deficiências e dos pontos a serem



melhorados; Permitem verificar como funcionam, realmente, todos os componentes de um sistema; Proporciona o entendimento mais simples e objetivo do que outros métodos descritivos.

Para Oliveira (2007), os principais tipos de fluxogramas que podem ser utilizados são: fluxograma vertical, fluxograma parcial ou descritivo e fluxograma global ou de coluna. No geral, eles possuem uma relativa homogeneidade, com diferenças bem sutis.

Na visão de Cruz (2011), o fluxograma vertical foi criado pelo engenheiro Michael Addison, a grande diferença entre esse fluxograma e os demais, é que este possui um formulário impresso, o que proporciona a padronização e diminui as distorções que possam ocorrer durante o mapeamento. Para Oliveira (2007), "O fluxograma vertical é, normalmente, destinado à representação de rotinas simples em seu processamento analítico numa unidade organizacional específica da empresa" Esse tipo de fluxograma é constituído por colunas verticais, costuma-se colocar em uma coluna os símbolos dos fluxos, o funcionamento e interpretação desse tipo de fluxograma é efetuado através da união sequencial dos símbolos, e em outra coluna são descritos os métodos atuais. Alguns fluxogramas possuem uma coluna a mais com informações adicionais para futura simplificação do trabalho.

Segundo Oliveira (2007), o fluxograma parcial ou descritivo é muito utilizado para fazer levantamentos e para rotinas que possuem poucas unidades organizacional. Como todo fluxo de processos, descreve o curso, passo a passo, de uma atividade. Nesse caso, o conector é utilizado para evitar o cruzamento de linhas, evitando assim duplicidade de interpretações em relação ao fluxograma.

Para Cury (2006), o fluxograma global ou de coluna recebe esse nome pois dentre todos os que foram explanados anteriormente, esse é o que dá a visão mais ampla e completa de todo processo mapeado. De acordo com Oliveira (2007), esse tipo de fluxograma é muito utilizado por empresas, justamente por essa maior globalidade e versatilidade.

3. METODOLOGIA

O presente artigo apresenta pesquisa de natureza aplicada pois tem como objetivo gerar conhecimento para aplicações práticas dirigidas a um problema específico. A pesquisa aplicada, segundo Appolinário (2011), é realizada com o intuito de "resolver problemas ou necessidades concretas e imediatas"

Quanto aos objetivos, a pesquisa é de caráter exploratória e descritiva, uma vez que a pesquisa do tipo exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (GIL, 2010). Conforme argumenta Appolinário (2011), na pesquisa des-



critiva o pesquisador se limita a “descrever o fenômeno observado, sem inferir relações de causalidade entre as variáveis estudadas”.

Quanto a forma de abordagem do problema, classifica-se como qualitativa visto que os dados coletados foram em sua maioria resultantes de entrevistas e observações diretas. Para Minayo (2001), a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

O método utilizado foi o estudo de caso não experimental, uma vez que busca entender e propor ações na secretaria do curso de Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA. Segundo YIN (2001), “um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre fenômeno e contexto não estão claramente definidos”.

O estudo foi realizado a partir de entrevistas diretas com funcionários do setor estudado. A partir dos dados obtidos, foi realizado o mapeamento de processos por meio do Diagrama de Tartaruga e fluxograma de processo, que são mapas utilizados para representar um processo, considerando sua entrada, atividades de transformação e suas saídas; a fim de que fosse possível analisar qual das operações representa o maior gargalo.

Após a identificação do principal obstáculo do sistema produtivo, foi averiguado e apontado as possíveis maneiras de melhoramento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Secretária do Curso de Engenharia de Produção

A pesquisa foi realizada na secretaria do curso de Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Maranhão, localizada na cidade de São Luís. A secretaria conta com 4 (quatro) servidores, sendo eles 1 coordenador do curso, 1 secretaria do curso e 2 estagiários.

A pesquisa coletou dados dos servidores e alunos, através de entrevistas e questionários semiestruturados que evidenciaram os impasses observados no processo. Constatou-se que os principais problemas são: a demora na realização das matrículas devido a grande demanda do registro no sistema, matrículas efetuadas erradas e em disciplinas não ofertadas.



4.2 O processo

O processo de matrícula dos alunos nas disciplinas de núcleo comum é realizado presencialmente, iniciando com o preenchimento do formulário pelo aluno, que requerem as seguintes informações: nome completo, código de matrícula, CPF, nome e código das disciplinas que ele pretende cursar naquele semestre. Após essa etapa o servidor da secretaria enumera, por ordem de chegada, os formulários preenchidos e em seguida, inicia a matrícula pelo sistema SIGUEMA, o funcionário insere os dados do aluno e verifica se existe alguma pendência, quando o aluno possui alguma dívida na biblioteca, o sistema impede que a matrícula seja efetuada, sendo necessário comunicar o aluno para solucionar tal obstáculo, caso não tenha nenhum problema o processo segue com a verificação, por parte do servidor, das disciplinas disponíveis para o discente e a constatação se as mesmas estão de acordo com as preenchidas no formulário, se sim é efetuado a matrícula, caso contrário a secretaria entra em contato com o aluno e o orienta para que o mesmo faça os ajustes necessários e só então é realizada a matrícula.

O processo de matrícula pode ser observado através do fluxograma na Figura 2.

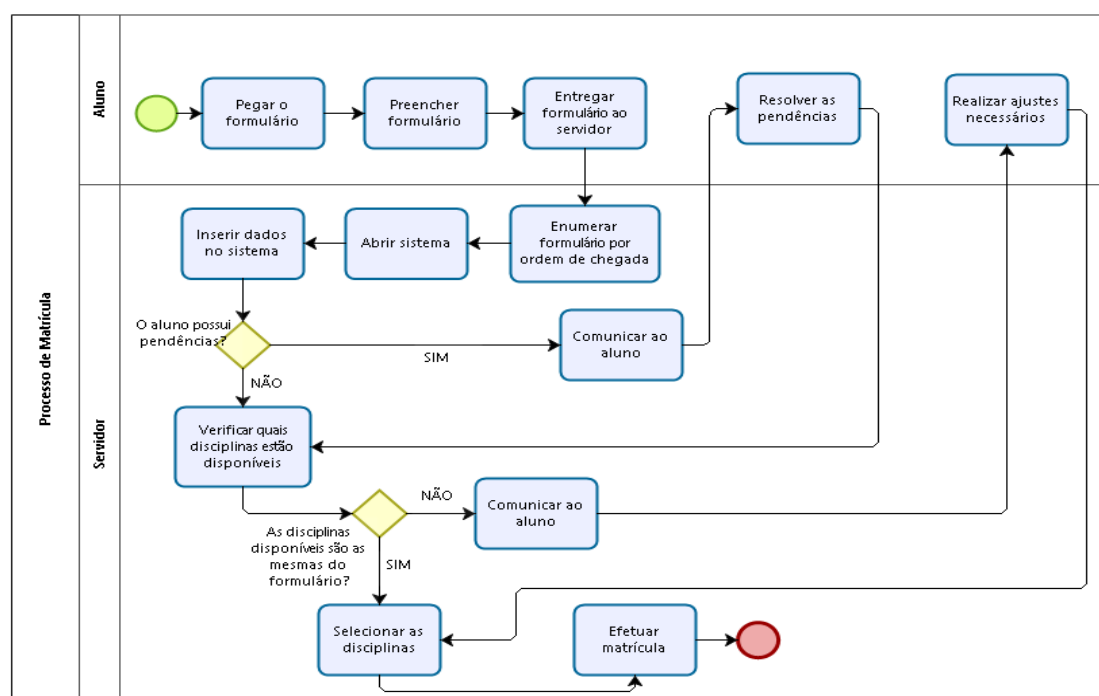


FIGURA 2: Fluxo atual do processo de matrícula.
Fonte: Autor (2019)

Pode-se observar que o processo atual exige muitas atividades realizadas exclusivamente pelos servidores. Devido ao grande volume de matrículas efetuadas por semestre, cerca de 270 alunos, esse processo demora cerca de 20 dias para ser finalizado por completo, gerando assim insatisfação por parte dos alunos por não

conseguirem ser matriculados rapidamente na disciplina.

4.3 Melhorias no processo

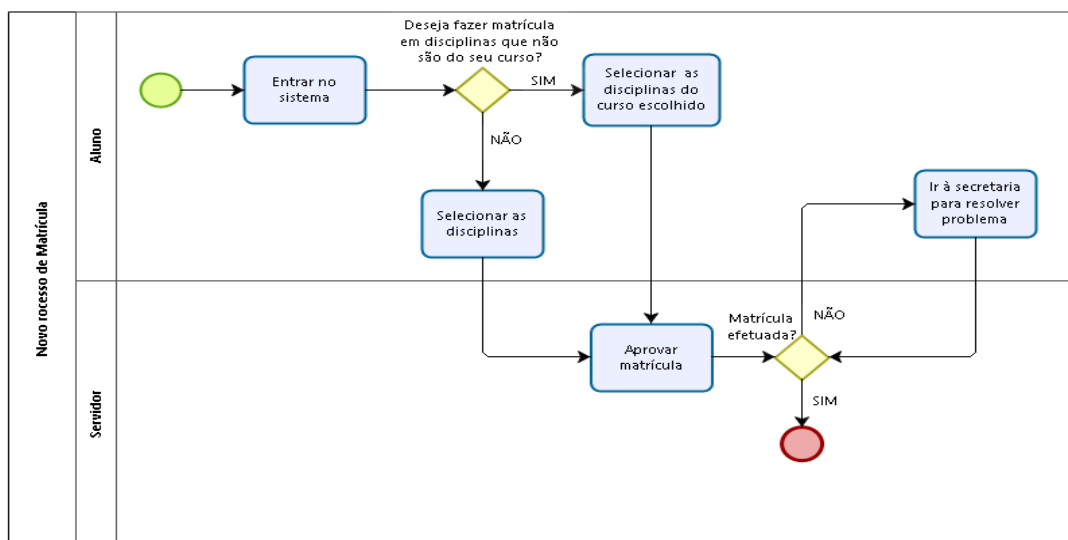
Através do fluxo e do diagrama, observa-se que a Universidade Estadual do Maranhão possui um sistema de matrícula falho, sendo um processo feito metade presencial e outro pelo sistema. Através do estudo e amostragens aferidas constata-se que se o acesso desse módulo de matrícula fosse oferecido para os discentes efetuarem pelo seu sistema, ou seja, matrícula online, evitaria assim filas, tumulto no ambiente da secretaria no período destinado a matrícula e diminuiria a grande demanda de serviços para as secretárias do curso.

Com a modificação sugerida, o processo funcionaria da seguinte maneira. O aluno faria a matrícula via sistema acadêmico, se o aluno desejar cursar uma disciplina oferecida por outro curso, ele se inscreveria e o sistema trabalharia com prioridades que seguiriam a seguinte ordem:

- Alunos do período e curso em que aquela disciplina é oferecida;
- Alunos do curso de outros períodos;
- Alunos que irão se formar naquele semestre;
- Para alunos de outro curso, seguiria a ordem de matrícula realizada no sistema;

Sendo assim, a aprovação da matrícula seria feita pelos servidores da secretaria. O novo fluxograma do processo pode ser visualizado na Figura 3.





Powered by
bizagi
Modeler

FIGURA 3: Fluxograma modificado do processo de matrícula.
Fonte: Autor (2019)

A transformação do processo antigo para o novo fluxo mapeado está alinhada às estratégias de gestão do setor estudado, foi modelada buscando suprir as deficiências existentes no processo.

5. CONCLUSÃO

Atualmente, as empresas buscam sempre aperfeiçoar os seus processos para que venham ter um resultado cada vez mais rápido e os lucros aumentem. Diante disso, o estudo buscou propor uma otimização a um processo crítico através dos levantamentos teóricos e análise das atividades realizadas pelos servidores. Assim sendo, é possível com a análise dos dados concluir que o sistema acadêmico dos discentes quando realizado pelos alunos, devem apresentar melhorias, fazendo que o processo de matrícula seja feito pelos alunos sem necessidade de estarem se dirigindo a secretária do curso. Constatamos que essa manutenção do sistema não é responsabilidade dos servidores da secretária, e sim dos funcionários que compõem o Núcleo de Tecnologia e Informática – NTI da universidade.

A partir dessa manutenção no sistema o resultado esperado é que a matrícula seja feita inteiramente online, diminuindo assim o fluxo de alunos na secretária do curso tornando o processo mais ágil, facilitando dessa maneira o processo e acabando com as matrículas feitas de forma errada, reclamações e a quantidade de papel utilizado.

Dentre as dificuldades observadas, constatamos que o layout do local dificulta muito fluxo de alunos no período da matrícula, e a organização dos materiais e

papeis ao longo do ano, ocorrendo muitas vezes a perda dos mesmos. Em virtude disso a sugestão que fica é que seja feita um novo estudo de caso com a secretária sendo o foco o layout no local.

REFERÊNCIAS

ALBERTIN, Marcos R.; PONTES, Heráclito L. J. **Gestão de processos e técnicas de produção enxuta**. Curitiba: IntersSaberes, 2016.

APPOLINÁRIO, Fabio. **Dicionário de Metodologia Científica**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

BAGATINI, Gabriella; VILELA, Paulo; MUNIZ, Julio. **Aplicação de mapeamento de processos em uma empresa de pequeno porte**: um estudo de caso visando melhoria contínua no sistema de gestão da qualidade. São Paulo, pág 5-7, 2013.

BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de movimentos e de tempos**: projeto e medida do trabalho. 6ª edição. São Paulo. Blucher: 2015.

BERGMANN, Natanael; SCHEUNEMANN, Rafael; POLACINSKI, Édio. **Ferramentas da qualidade**: Definição de fluxogramas para a confecção de jalecos industriais. Rio Grande do Sul, pág 3-4, 2012.

CHIAVENATO, Idalberto. **Princípios da administração: o essencial em teoria geral da administração**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2006.

CRUZ, Tadeu. **Sistemas, organizações e métodos**: estudo integrado das novas informações da informação e introdução à gerência do conteúdo e do conhecimento. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

CURY, Antonio. **Organização e métodos**: uma visão holística. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GONÇALVES, J.E.L. **As empresas são grandes coleções de processos**. São Paulo: Revista de Administração das Empresas, jan/mar. de 2000, v.40 n. 1, p.6-19. Disponível em: <http://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/artigos/10.1590_S0034-75902000000100002.pdf>. Acesso em: 10 de Jun. 2017.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21ª ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Sistemas, organização e métodos**: uma abordagem gerencial. 17ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

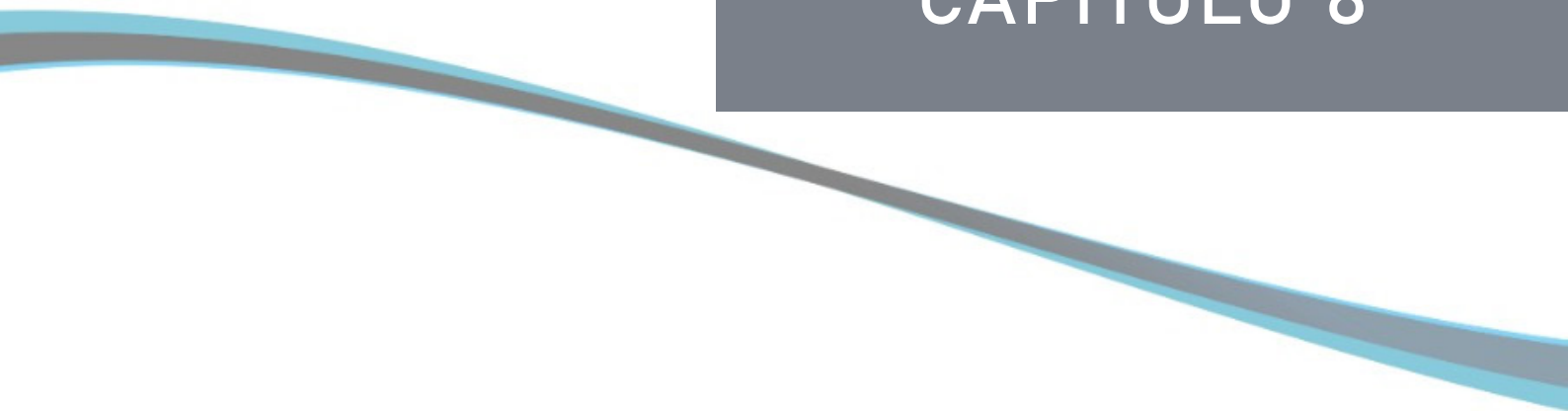
OLIVEIRA, R. U.; PAIVA, E. J.; ALMEIDA, D. A. **Metodologia integrada para mapeamento de falhas**: uma proposta de utilização conjunta do mapeamento de processos com as técnicas FTA, FMEA e a análise crítica de especialistas. São Paulo: Produção, jan/mar de 2010, v.20, n. 1, p. 77-91. Disponível em : <http://www.scielo.br/pdf/prod/v20n1/aop_200701003.pdf>. Acesso em: 16 de Jun. de 2017.

PINHO, A. F. et al **Combinação entre as técnicas de fluxograma e mapa de processo no mapeamento de um processo produtivo**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2007, Foz do Iguaçu Disponível em: <http://www.fasf.com.br/admin/app/webroot/anexos/artigosobrefluxoemapeamentodeprocesso.pdf> Acesso em: 22 Jun 2017.

SALGADO, C.C.R. **Mapeamento de Processos**: Análise de Melhorias na Coordenação do Curso de Administração da UFPB – Campus I. João Pessoa, 2011. Disponível em: <http://www.ccsa.ufpb.br/sesa/arquivos/monografias/2011.1/ADM_PRODUCAO/MAPEAMENTO_DE_PROCESSIONALISE_DE_MELHORIAS_NA_COORDENACAO_DO_CURSO_DE_ADMINISTRACAO_DA_UFPB%E2%80%93CAMPUS_I.pdf>. Acesso em: 16 de Jun. de 2017.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: Planejamento e métodos. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.





CAPÍTULO 8

OS DESAFIOS E PROSPECÇÕES NO EMPREENDEDORISMO FEMININO NA AMAZÔNIA: UM ESTUDO DE CASO SOBRE MICRO E PEQUENAS EMPREENDEDORAS NO MUNICÍPIO DE MANAUS

CHALLENGES AND PERSPECTIVES OF FEMALE ENTREPRENEURSHIP
IN THE AMAZON: A CASE STUDY ON MICRO AND SMALL
ENTREPRENEURIAL ENTERPRISES IN MANAUS

Ingrid Dantas de Castro
Bruna Letícia Soares Diniz

Resumo

O cenário da mulher como micro empreendedora vem crescendo cada vez mais, em 2017 o número de empreendedores iniciais do sexo feminino era de 20,7%, enquanto que os homens somavam 19,9%, no total as mulheres que empreendem no Brasil resultam em 24 milhões (TEXEIRA, 2016). A fim de estudar as características dessas empreendedoras foi feito um estudo com 15 micro e pequenas empresas administradas por mulheres. Após a análise dos resultados por meio de um questionário online foi possível ponderar que essas mulheres empreendedoras são na sua maioria jovens com a média entre 22 e 24 anos, a maioria solteiras e sem filhos, grande parte cursando ou com ensino superior completo. A maioria classifica-se com habilidade de adaptação e autoconfiança, algumas observaram preconceitos em abrir seus negócios por serem mulheres, mas responderam que a maior dificuldade que enfrentaram foi o acesso ao crédito. A maior parte é formada por mulheres sem especialização nas áreas de gestão ou empreendedorismo ou no ramo em que atuam, mas apesar disso obtiveram sucesso em seus negócios uma vez que a maioria já possui de 1 a 5 anos de tempo de mercado e quase todas as entrevistadas pretendem ampliar e sentem-se satisfeitas com seus rendimentos.

Palavras chave: Empreendedorismo, Mulheres, Microempresa.

Abstract

The scenario of women as a micro entrepreneur has been growing more and more, in 2017 the number of female entrepreneurs was 20.7%, while men totaled 19.9%, in total women who undertake in Brazil result in 24 million (TEXEIRA, 2016). In order to study the characteristics of these entrepreneurs, a study was conducted with 15 micro and small companies run by women. After analyzing the results through an online questionnaire, it was possible to consider that these women entrepreneurs are mostly young, with an average between 22 and 24 years old, mostly single and without children, most of them studying or having completed higher education. Most classify themselves with ability to adapt and self-confidence, some observed prejudices in opening their business because they are women, but responded that the biggest difficulty they faced was access to credit. Most of them are women without specialization in the areas of management or entrepreneurship or in the field in which they work, but nevertheless they have been successful in their business since most of them already have 1 to 5 years of market time and almost all of them respondents intend to expand and are satisfied with their income

Key-words: Entrepreneurship, Women, Microenterprise.



1. INTRODUÇÃO

O empreendedorismo vem crescendo consideravelmente no Brasil. Isso porque atualmente o cenário econômico apresenta dificuldades de desenvolvimento, promovidas pela alta nos desempregos, que são consequências de crises econômicas e políticas. Além disso, surgiu também o 'empreendedorismo de oportunidade' que é inserido quando um indivíduo observa alguma carência no mercado de determinado produto ou serviço e propõem um negócio para suprir essa necessidade. Dentro desse cenário são inseridas as micro e pequenas empresas que se diferenciam pelo seu rendimento bruto anual ou pelo seu número de funcionários.

Os micro e pequenos negócios empresariais são formados pelas micro e pequenas empresas, as chamadas MPE e pelos seus administradores, os microempreendedores chamados de MEI (Microempreendedores individuais). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE existiam 16 milhões de empresas no Brasil no ano de 2013, sendo que desse total, 50,4% são representados por pessoas que trabalham por conta própria incluindo as micro e pequenas empresas.

Segundos dados do IBGE, Manaus é uma 15 das metrópoles do Brasil e possui 2.145.444 habitantes e uma área de 11401 km². A cidade possui 878 mil pessoas empregadas e a taxa de desemprego da cidade é a terceira maior dentre as capitais. O número de trabalhadores informais cresce cada vez mais, sendo 509 mil pessoas. Acentua-se também o número de pessoas abrindo seus próprios empreendimentos. Na cidade o número de micro e pequenas empresas também vêm expandindo há 36,2 mil microempresas e 6 mil de pequeno porte no Amazonas, 74,5% do total de estabelecimentos no Estado.

Levando esses dados em consideração é possível constatar a importância das micro e pequenas empresas no setor econômico e, inserido nesse ramo, há um grupo que vem crescendo e se destacando nesse cenário: as mulheres empreendedoras.

Segundo o Monitoramento Global do Empreendedorismo, em 2017 o número de empreendedores iniciais do sexo feminino era de 20,7%, enquanto que os homens somavam 19,9%, no total as mulheres que empreendem no Brasil resultam em 24 milhões. No ano de 2002 observa-se na sociedade brasileira uma crescente aproximação entre as taxas de empreendedorismo dos gêneros feminino e masculino (TEXEIRA, 2016).

Dentro desse contexto um grupo de 15 empresas e microempresas de Manaus fundadas e administradas por mulheres foi utilizado com objeto de estudo, com o objetivo de realizar levantamento de informações para analisar o perfil das em-



preendedoras, as dificuldades encontradas por elas e as suas expectativas para o futuro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Identificação do Objeto de Estudo: Micro e Pequena Empresa

De acordo com Passos (2008), em termos gerais, as pequenas e microempresas no Brasil podem ser divididas em três grupos:

Grupo A	Grupo B	Grupo C
Empresas familiares que utilizam de tecnologias tradicionais e intensivas em trabalho pouco qualificado e estão inseridas no setor de confecções, vestuário, calçados, artigos de couro, móveis, confeitaria e produtos de ferro.	Pequenas empresas do setor terciário, administradas por proprietários altamente qualificados, de elevada formação e conhecimento de mercado. Essas empresas em geral se utilizam de algum tipo de apoio institucional.	Empresas do setor secundário, integradas em forma de "clusters" que, em geral, atuam como fornecedores de matérias primas, indústrias de móveis e empresas de alta tecnologia.

Quadro 1: Classificação dos grupos de micro e pequena empresa
Fonte: Andion (2011)

Os grupos A e B caracterizam avanços no perfil das micro e pequenas empresas. Isso constitui uma nova realidade no setor produtivo brasileiro, exigindo estruturas produtivas ágeis e dinâmicas, melhor adaptadas às novas tecnologias e ao ambiente de incerteza (ANDION, 2011).

A definição de microempresa está presente na Lei Geral Para Micro e Pequenas empresas 123,2006, alterada pela LC 128/2008 que tem como premissa o faturamento da empresa, ela diz que Microempresa é aquela que detém receita anual bruta igual ou inferior a R\$ 360 mil.

Já no caso das empresas de pequeno porte, o empresário, a pessoa jurídica considera a receita bruta superior a R\$360.000,00 e igual ou inferior a R\$ 3.600.000 (ANDION, 2011).

O quadro a seguir apresenta a classificação das empresas conforme o seu faturamento anual.



Tipo	Faturamento bruto anual
Microempresa	Igual ou inferior a R\$360.000,00
Empresa de pequeno porte	Superior a R\$360.000,00 e igual ou inferior a R\$ 3.600.000,00

Quadro 2. Classificação da empresa de acordo com faturamento anual bruto
Fonte: Frota (2014)

A definição também pode ser feita através do número de funcionários. Existem algumas definições dependendo do órgão ou lei, por exemplo, o SEBRAE define pelo número de empregados, o BNDES, pela Receita Operacional Bruta, da mesma forma como está definido na Lei do Simples Nacional (LEMES ; PISA, 2010).

Porte	Setor	
	Indústria	Comércio
Microempresa	Até 19 pessoas	Até 9 pessoas
Pequena empresa	De 20 a 99 pessoas	De 10 a 49 pessoas

Quadro 3. Classificação de micro e pequenas empresas quanto ao número de pessoas
Fonte: Sebrae (2006)

2.2 As micro e pequenas empresas no Brasil

De acordo com dados do Sebrae a participação dos pequenos negócios no Brasil subiu de 23,2% em 2001 para 21% em 2011. Em 2011 a produção em valores absolutos gerados pelas micro e pequenas empresas no intervalo de 10 anos aumentou de R\$144 bilhões em 2001 para R\$599 bilhões em 2011. Além disso, as micro e pequenas empresas são as maiores geradoras de renda para o comércio, correspondem a 53,4% do PIB neste setor já na indústria o valor é de 22,5% do PIB.

Em relação à geração de empregos as pequenas e microempresas são responsáveis por 13,9 milhões de trabalhadores com carteira assinada no Brasil.

No País, o comércio é disparado o setor de maior número de micros e pequenos empreendimentos. São, no total, 2,57 milhões de empresas desses portes, sendo 2,28 milhões micros e 295,8 mil pequenos negócios. Em seguida, serviços com 2 milhões empreendimentos, dos quais 1,74 milhão são micros e 290,8 mil são pequenos negócios.

2.3 As micro e pequenas empresas em Manaus

Em Manaus o ramo das micro e pequenas empresas empregam 134,4 mil trabalhadores formais, o que corresponde a 22% do estoque de empregos formais do estado. Os dados fazem parte da Relação Anual de Informações Sociais (Rais) 2015, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), que aponta, ainda, que há 36,2



mil microempresas e 6 mil de pequeno porte no Amazonas, 74,5% do total de estabelecimentos no Estado. O comércio é o setor com maior número de micro empreendimentos no Amazonas, 57% ou 20,6 mil, em seguida aparece serviços com 11 mil e a indústria com 2,4 mil micros estabelecimentos, (DIÁRIO DO AMAZONAS, 2019).

2.4 Perfil do empreendedor no geral e do empreendedor feminino

Há várias definições para o indivíduo empreendedor. Empreendedor pode ser definido, por exemplo, como aquele que possui criatividade para perceber as oportunidades de negócios, aquele que toma decisões de riscos e é uma pessoa visionária (FILION, 1999).

Empreendedor também pode ser dito com aquela pessoa inovadora que consegue combinar.

A pessoa empreendedora se destaca por diversas características como: uma pessoa com a necessidade de autorrealização, necessidade de desenvolver sua criatividade, autoconfiança, dedicação, busca de conhecimento, iniciativa, independência e disposição para assumir riscos (LOIOLA, 2016).

No geral o perfil do empreendedor é caracterizado por diversos fatores como: aquela pessoa que não consegue se inserir no mercado de trabalho e procura um negócio próprio para gerar sua renda, ou seja, um empreendedor por necessidade ou uma pessoa que vê a oportunidade de empreender, detendo conhecimentos específicos sobre determinado setor e tem o desejo de investir nesse ramo de seu conhecimento, há também aquela pessoa que mesmo empregada e com sua situação financeira estabilizada sempre teve como meta ser dona do próprio negócio apesar de não ter em mente ou ser qualificado para um ramo de negócio específico.

No caso do empreendedorismo feminino a mulher encaixa-se em todos esses perfis citados e acrescentando a esses exemplos tem a mulher que procura um meio de desenvolver sua renda de uma maneira que ela possa flexibilizar seus horários e o local onde seu estabelecimento estará inserido e dessa maneira conseguir conciliar seu negócio com sua vida pessoal, filhos e casa.

A mulher apesar das dificuldades históricas encontradas de se inserir no mercado trabalho encontra cada vez mais espaço no ramo de empreendimentos, no Brasil as mulheres empreendedoras já correspondem a 49%. O grau de importância social e econômica da mulher nesse contexto já é visível em números. Mas apesar disso as mulheres ainda encontram certas dificuldades em se inserirem nesse ramo. Apesar de a mulher está cada vez mais se igualando no mercado de trabalho com o homem ou até o superando em determinados cargos, a mulher ainda sobre com o acúmulo de responsabilidades, tendo de cuidar da sua vida profissional, casa



e filhos.

Além da relação trabalho-família, outros problemas surgem no processo empreendedor feminino. Muitos são inerentes ao empreendedorismo em si, outros, porém, alinham-se ao gênero e também à idade, visto que durante o processo de empreender ainda são vítimas de preconceitos da herança histórica e conservadorismo.

3. METODOLOGIA

A metodologia elaborada para o desenvolvimento desse trabalho será dividida em duas partes. Na primeira parte foi elaborada uma pesquisa qualitativa sobre as características de uma micro e pequena empresa apontando seus aspectos conceituais, seus aspectos legais e sua importância na economia, além de abordar o cenário das micro e pequenas empresas no Brasil e em Manaus e por fim citar o perfil do empreendedor no geral e do empreendedor feminino. Para o levantamento desses dados foi realizado uma coleta de referenciais bibliográficos sobre o assunto, além de abordar uma revisão da literatura sobre os temas: empreendedorismo no geral e o empreendedorismo feminino. Na segunda parte do trabalho foi realizado um estudo feito com 15 empresas fundadas e administradas por mulheres em Manaus em diversos setores, conforme apresentado.

A pesquisa tem por finalidade realizar o levantamento de dados para traçar o perfil da mulher empreendedora e, dessa maneira, conhecer mais a respeito de sua realidade. Para isso, foi aplicado um questionário online contendo 21 questões, cujo público alvo foram mulheres fundadoras de micro e pequenas empresas.

O segmento de atuação das 15 microempresas estudadas distribuem-se em: duas cafeterias, uma brigaderia, uma loja de produtos naturais, uma loja de venda de quadros para decoração, um restaurante, uma loja online de sapatos, uma lanchonete e pizzaria, um microempresa que presta serviço de café da manhã, uma loja de cupcakes, um lava jato, uma loja de artigos de papelaria, uma loja de venda de doces, uma empresa de embalagem a vácuo e uma peixaria.

Um conjunto de perguntas foi aplicado, em forma de formulário, como meio de analisar o perfil gerencial das mulheres, de modo a abordar os seguintes temas: perfil social, características de seu negócio, e por fim, suas dificuldades de mercado encontradas, enquanto empreendedora.



4. RESULTADOS

Na primeira parte do questionário foram aplicadas perguntas pessoais como: nome, idade, estado civil, número de filhos e o grau de escolaridade das entrevistadas, conforme detalhado no Gráfico 1 a seguir:



Gráfico 1- Idade das empreendedoras entrevistadas
Fonte: O autor (2019)

A idade das mulheres que responderam o questionário variaram de 21 anos até 51 anos, obtendo uma média de idade de 22,4 anos, a maioria com menos de 30 anos o que traça um perfil jovem entre as entrevistadas.

Os gráficos 2 e 3 mostram que a maioria das entrevistadas é solteira 73% e que 80% não possuem filhos, isso pode estar relacionado a idade das entrevistadas que são na sua maioria jovens e focadas em crescerem seu negócio como veremos no decorrer dos resultados.

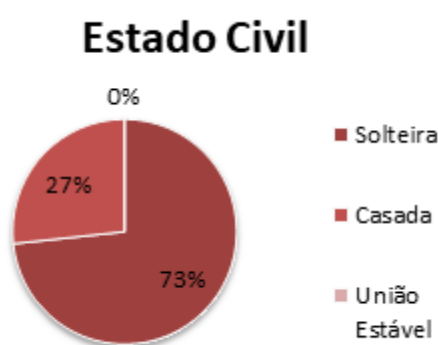


Gráfico 2- Estado civil das entrevistadas
Fonte: O autor (2019)

Possui Filhos?

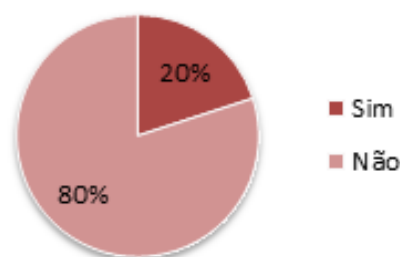


Gráfico 3. Entrevistadas com filhos
Fonte: O autor (2019)

Quanto ao nível de escolaridade o que prevaleceu foi o ensino superior incompleto 53% seguido de ensino superior completo com 27%, porém não em áreas correlatadas a administração ou gestão, algumas das entrevistadas fazem graduação em engenharia, direito, serviços sociais, dentre outros. Tais informações são apresentadas no Gráfico 4 a seguir.

Nível de Escolaridade

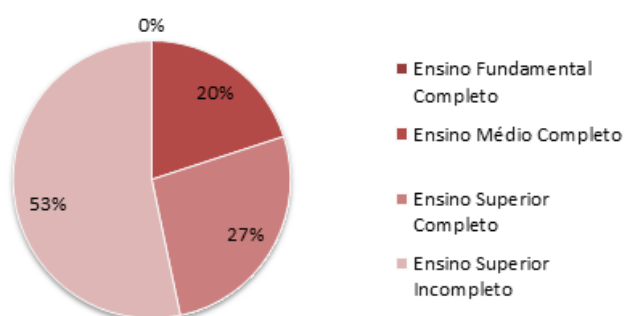


Gráfico 4. Nível de escolaridade das entrevistadas
Fonte: O autor (2019)

Quanto a especialização nas áreas de gestão ou empreendedorismo 60% alegaram não possuir seguido de 40% que diz possuir esse tipo de especialização.

Quando foi perguntado se possuíam experiência no ramo onde a empresa está inserida antes de abrirem o negócio 73% responderam que não possuem contra 27% que disseram possuir, mostrando que apesar da pouca experiência da área de gestão ou empreendedorismo ou na área de ramo de atuação da empresa ainda assim as empreendedoras conseguiram fundar e administrar suas micro e pequenas empresas obtendo sucesso. Os Gráficos 5 e 6 exploraram essas dimensões do questionário aplicado.

Possui cursos de especialização nas áreas de gestão ou empreendedorismo?

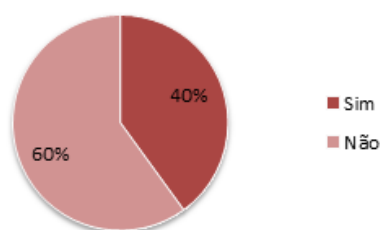


Gráfico 5. Especialização das entrevistadas
Fonte: O autor (2019)

Você tinha experiência no ramo que atua antes de abrir seu negócio?

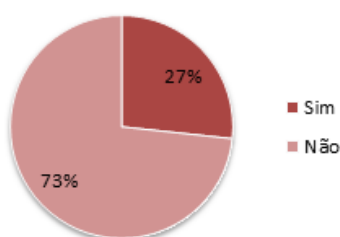


Gráfico 6. Experiência no ramo
Fonte: O autor (2019)

A segunda parte do questionário deu enfoque para as características das empresas ou micro empresas administradas pelas mulheres, a primeira pergunta como mostra o gráfico 6, diz respeito ao ramo de atividade da empresa.

Das 15 empresas 54% são do setor de atividade de comércio, seguido de 33% no ramo de serviços e 13% de indústria.

A idade das empresas variam de 5 meses a 8 anos, sendo que a maior parte está entre 1 e 5 anos de atividade e 3 delas já ultrapassam os 5 anos de estabelecimento, ou seja, são empresas que já estão estabelecidas a um tempo no mercado, demonstrando com isso que são micro e pequenas empresas consolidadas em seu ramo de atuação.

O Gráfico 7 estratifica o ramo de atuação das empresas estudadas, ao passo que o Gráfico 8 mostra o tempo de atuação destas no mercado.

Ramo de atividade da empresa

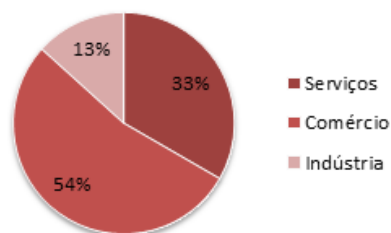


Gráfico 7. Ramo de atividade da empresa
Fonte: O autor (2019)

Tempo de Mercado

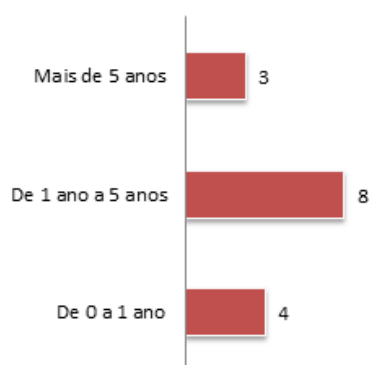


Gráfico 8. Idade das empresas
Fonte: O autor (2019)

Ainda sobre as características das pequenas e micro empresas entrevistadas 53% possuem formalização e 47% não possuem, das empresas que possuem formalização 67% alegam que após a formalização seus lucros aumentaram, mostrando a importância da legalização e formalização das pequenas e microempresas, conforme apresetado no Gráficos 9 e 10.

Legalização empresarial

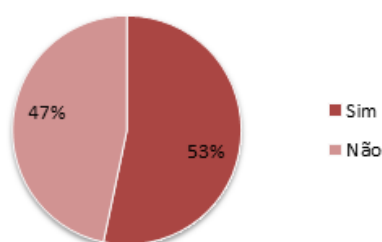


Gráfico 9. Formalização da empresa
Fonte: Própria (2019)

**Caso sim, após a
formalização sua empresa
aumentou os lucros?**

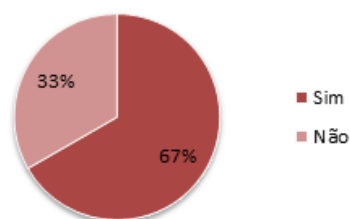


Gráfico 10. Lucros com a formalização
Fonte: Própria (2019)

O gráfico 11 mostra que a maioria dessas empresas, um número de 73%, possuem funcionários e na sua maioria 60% são funcionários do gênero feminino. Esses dados mostram a importância das micro e pequenas empresas na geração de empregos e na geração de empregos para as mulheres.

Predominância Funcional

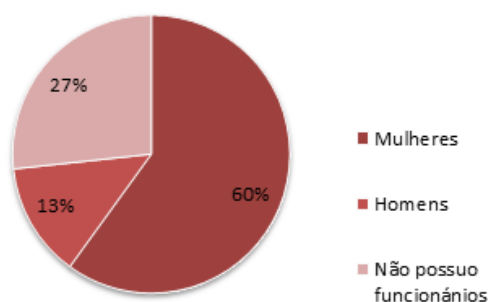


Gráfico 11. Predominância
Fonte: O autor (2019)

A terceira parte do questionário aborda perguntas que dizem respeito ao grau de satisfação das empreendedoras com os seus negócios, conforme demonstra o Gráfico 13.

Uma porcentagem de 73,3% das entrevistadas disseram estar satisfeitas com o seu empreendimento e 93% pretendem aumentar o seu negócio. O Gráfico 14 explora essa perspectiva.

Satisfação com o empreendimento

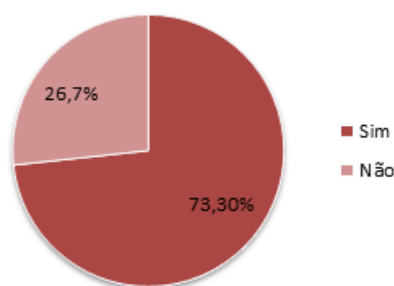


Gráfico 12. Satisfação com o empreendimento
Fonte: O autor (2019)

Probabilidade de ampliação do empreendimento

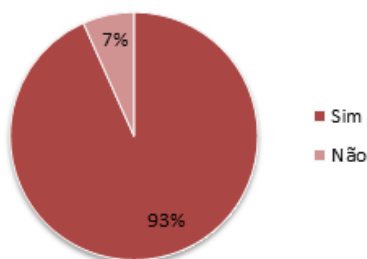


Gráfico 13. Ampliação do empreendimento
Fonte: O autor (2019)

A quarta parte do questionário foi aplicada a fim de traçar um perfil psicológico dessas mulheres empreendedoras no que diz respeito a gestão de seus negócios. Os resultados mostraram que as qualidades que elas mais se identificam como gerentes de um negócio é a habilidade de adaptação com 60%, seguido da autoconfiança 53,3% empatado com criatividade. Fatores esses que são características primordiais de um bom empreendedor e gestor. No Gráfico 14 podemos perceber as características associadas ao gerenciamento do negócio identificadas no perfil das empresas estudadas.

Quais características você mais se identifica na gerência de um negócio?

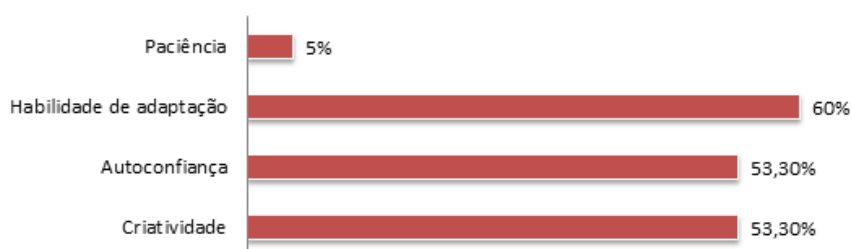


Gráfico 14. Características na gerência do negócio

Fonte: O autor (2019)

Tratando-se das dificuldades encontradas na operação do negócio a dificuldade de acesso ao crédito foi a de maior percentual, 46,7%, seguido de falta de apoio técnico com 40%, falta de conhecimento e informações com 33,3%. Essas dificuldades apontadas são citadas como as principais enfrentadas pelos empreendedores, independentemente do gênero, conforme visualizado no Gráfico 15.

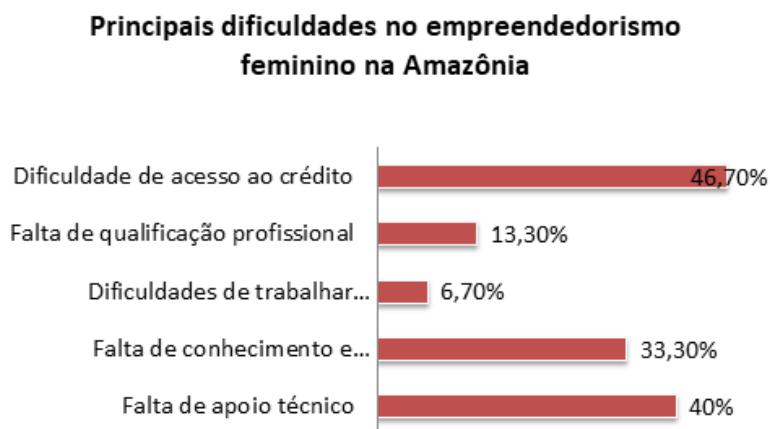


Gráfico 15. Dificuldades na operação do negócio
Fonte: O autor (2019)

A quinta e última parte do questionário (Gráficos 16 e 17) foi aplicada com a intenção de descobrir se ainda existem dificuldades relacionadas ao gênero feminino no ramo do empreendedorismo.

Dentre as entrevistadas 67% disseram não terem sofrido preconceitos ou dificuldades para abrir e administrar um empreendimento e nem por serem mulheres donas de seus próprios negócios, mas 33% responderam que sofreram esse tipo de preconceito.

Isso demonstra uma leve evolução na sociedade pois antigamente o mercado de trabalho para as mulheres era quase impossível, muito se foi conquistado ao longo do tempo nesse sentido, porém ainda existe preconceitos e barreiras com a mulher no mercado de trabalho e da mulher dona de seu próprio negócio e independente financeiramente.

Você encontrou barreiras para abrir e administrar o seu empreendimento por ser uma mulher?

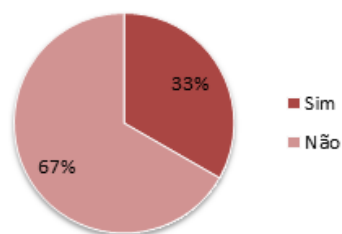


Gráfico 16. Barreiras administrativas
Fonte: O autor (2019)

Você sofreu preconceito ou dificuldades por ser uma mulher dona do seu próprio negócio?

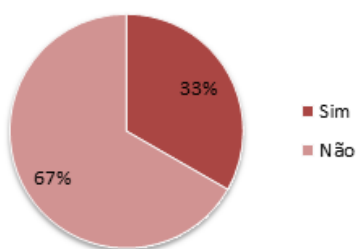


Gráfico 17. Barreiras administrativas
Fonte: O autor (2019)

Ao final do questionário foi feito o seguinte pedido: “Cite algumas dificuldades encontradas por você pelo fato de ser uma mulher empreendedora, englobando desde a abertura do empreendimento até o estabelecimento do mesmo”.

Dentre as dificuldades mencionadas, destacaram-se: dificuldades de se inserir em um negócio predominante de homens, citou a dona de um lava jato.

Muitas citaram preconceitos sofridos pela pouca idade o que levava a serem tratadas com menor seriedade por pessoas já estabelecidas em negócios, ou parceiros da empresa. Foi citado também por uma das entrevistadas situações de assédio, intimidação por parte de fornecedor e até dificuldade em fechar parcerias, dentre outros.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O empreendedorismo feminino vem avançando juntamente com o crescimento da mulher no mercado de trabalho e paralelamente ao crescimento das oportunidades de se empreender no geral. O objetivo do trabalho proposto foi de traçar o perfil da mulher empreendedora na Amazônia, mais especificadamente no município de Manaus. Para tal, foi feito um estudo através dos resultados de um questionário online com 15 mulheres donas de micro e pequenas empresas, por meio disso foi possível concluir que essas mulheres empreendedoras são na sua maioria jovens com a média entre 22 e 23 anos, a maioria solteiras e sem filhos, a maior parte cursando o ensino superior ou com ensino superior completo, seu maior ramo de atuação é o de comércio, seguido do de serviços. A grande parte são mulheres sem especialização nas áreas de gestão ou empreendedorismo ou no ramo em que atuam, mas apesar disso obtiveram sucesso em seus negócios uma vez que a maioria já possui de 1 a 5 anos de tempo de mercado e quase todas as entrevistadas pretendem ampliar e se sentem satisfeitas com seus rendimentos.

A maioria classificam-se como pessoas com habilidade de adaptação, autoconfiança e criatividade. Em contrapartida elas alegam que encontraram dificuldades na abertura dos negócios principalmente dificuldades ligadas ao acesso ao crédito e a falta de apoio técnico. Enquanto as dificuldades relacionadas ao gênero das entrevistadas 67% disseram não terem sofrido preconceitos ou dificuldades para abrir seu empreendimento, mas 33% responderam que sofreram esse tipo de preconceito e que encontraram barreiras para a abrir seu negócio por serem mulheres.

Esses 33% mostram que ainda há necessidade de avanços no que diz respeito a igualdade e ao respeito ao gênero feminino para que assim cada vez mais mulheres se sintam seguras e incentivadas a empreender.

Apesar das dificuldades encontradas ao longo da história as mulheres vêm conquistando cada vez mais a sua independência financeira e se veem mais dispostas a empreender e abrir seus próprios negócios.

REFERÊNCIAS

ANDION, Sâmia. **O crédito de fomento e o suporte técnico voltado ao processo produtivo: um estudo sobre as micro e pequenas empresas do setor secundário na cidade de Manaus**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, 2011.

COUTINHO, Kamilla. **Mulher empreendedora: Dificuldades e preconceitos**. Rio de Janeiro: PUC, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso - Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao programa de graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.



FERRONATO, Airto. **A micro e pequena empresa – desafios, sobrevivência e prosperidade. Uma busca de soluções integradas.** Dissertação apresentada na Fundação Getúlio Vargas Escola Brasileira De Administração Pública e de Empresas, Rio de Janeiro, 2009.

FROTA, Estafania. O empreendedorismo feminino e sua presença nas mpe's. Rio de Janeiro, 2014.

PEREIRA, Ingrid M. P., OLIVEIRA, Marcelo A. de, CANTO, Natália G., ANTONY, Raphaela O. da F. O Empreendedorismo feminino: uma importante ferramenta para o desenvolvimento econômico. 1º Congresso de Gestão da Amazônia - AMAS, Manaus, 2018.

FERIANI, Krischia. Micro e pequenas empresas: uma análise no município de Conceição do Castelo, ES. Espírito Santo, 2017.

LEME, Viviane. Programa de liderança feminina utilizando projetos como instrumento para aumentar o empoderamento. São Paulo, 2018.

MENCHISE, Rose. **A presença das mulheres nos micros e pequenos negócios no brasil: breves notas para refletir sobre a sua inclusão social.** São Paulo, 2016.

MENEGUIN, Thais. **Mulheres Empreendedoras de Negócios na Cidade de Socorro: a busca do equilíbrio entre vida pessoal e vida profissional.** Trabalho de conclusão de curso, FAQ – Faculdade XV de Agosto, Socorro, 2016.

NASCIMENTO, Renata. **Mulheres empreendedoras nas micro e pequenas empresas de confecções em uma cidade do nordeste.** Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, por meio do Mestrado Profissional em Administração da Universidade Potiguar – UNP, Natal, 2015.

NAVARRO, Flora. **Mulheres microempreendedoras individuais e o crescimento das empresas formais na região metropolitana de Belém.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade da Amazônia, Belém, 2016.

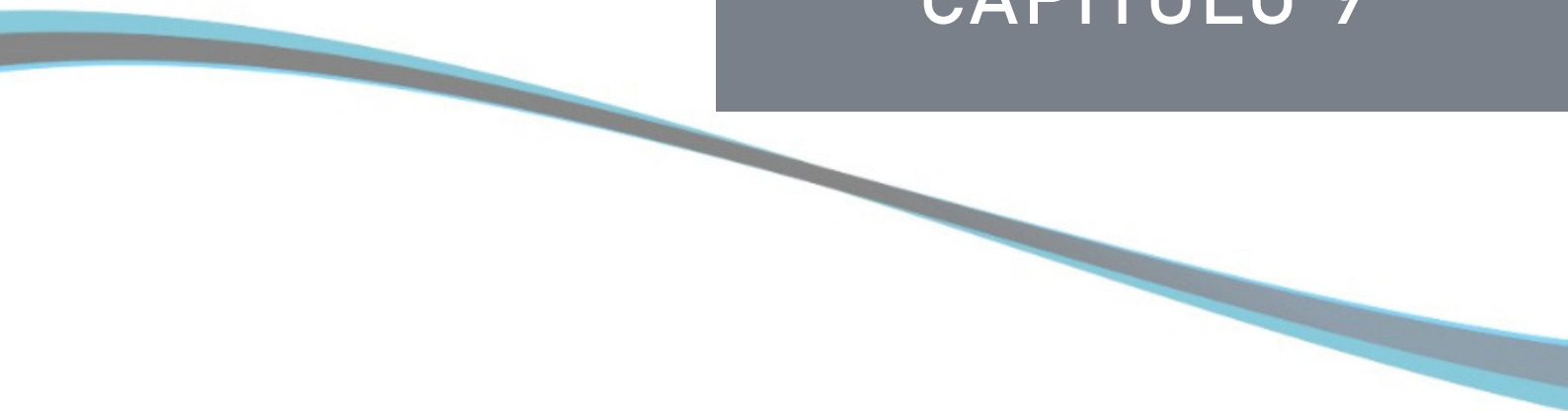
SANTOS, Jussara. **Perfil do empreendedorismo feminino: um estudo de caso no município de Campina Grande-PB.** Paraíba, 2015.

SEBRAE. **Empreendedorismo no Brasil - relatório executivo 2017.** São Paulo, 2017.

SEMTRAD, Secretaria municipal de trabalho e desenvolvimento social. **Perfil das micros e pequenas empresas no município de Manaus.** Manaus, 2011.

TEXEIRA, Rivanda. **Empreendedorismo feminino e os desafios enfrentados pelas empreendedoras para conciliar os conflitos trabalho e família: estudo de casos múltiplos em agências de viagens.** São Paulo, 2016.





CAPÍTULO 9

IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING PRINCIPLES TO OPTIMIZE A SEGMENT OF THE AUTO PARTS REMANUFACTURING INDUSTRY

Lisa Cullen Bellato

André de Lima

Wanderson Stoco

Abstract

Continuous changes to our culture, environment and the marketplace along with the requirement for high quality products have triggered major industrial changes to many industries who are facing new demands to bring products to market. Due to environmental and sustainability awareness, remanufacturing processes are on the rise, which reuse materials to manufacture new products. This study applied continuous improvement tools to a remanufacture process and showed the potential of these tools to reconcile environmental, quality and lean production, while generating a clean and optimized production process. This study analyzed the different tools of *Lean Manufacturing* and how their applications influenced manufacturing process, reduced waste with changes to the production layout, improved the organization of materials with *Kanban* cards and optimized the process with the application of VSM. The best results obtained in this study derived from the layout changes that reduced waste in the production process by 98.79%.

Keywords: Lean Manufacturing, Optimization, Process, Remanufacturing



1. INTRODUCTION

Continuous changes to our cultural environment and the marketplace along with the requirement for high quality products have triggered major industrial changes to many industries facing new and increasing demands to bring products to market. According to WOMACK et al. (1990), the greatest challenges faced by companies are the constant requirements to acquire, implement and optimize the best methodologies and to fully integrated manufacturing and operates in their business sectors. These processes have to be optimized to identify, reduce waste, and increase the quality of the products. Methodologies such as *Lean Manufacturing* are of great importance to provide continuous process improvements to the production line. Moreover, workplace efficiency tools such as Value Stream Mapping (VSM), Kanban, and 5S, if properly implemented, will contribute and help reduce waste and process cycle times, while leading to maximum profits and improving customer satisfaction.

Studies done by Islam *et al.* (2013) showed that the implementation of the Lean methods led to a 50% decrease in human efforts in various areas of management and implementation. The *Lean Manufacturing* concept is well known for its focus on the reduction of space, time, wastes, and costs to improve overall customer value (Womack *et al.*, 1990).

Based on this concept, this study uses the *Lean Manufacturing* methodology to focus on the remanufacturing of automotive parts and improvements to the product line processes, highlights the needs of this sector, and presents the implementation stages so that remanufactured products can be reintroduced into the original processing and manufacturing cycle.

2. THEORETICAL FRAMEWORK

The following tools and methods optimize a process, improve quality and lead to customer satisfaction. Here they are discussed and explain why this research problem is under study.

2.1. *Lean Manufacturing*

The word Lean comes from the term *lean thinkers* and is referenced by the lean production method started by the Toyota Production System (TPS) and is the topic of the book "*The Machine that Changed the World*" (Womack *et al.*, 1990).



The lean production strategy is contrary to the widely used mass production strategy created by Henry Ford in the early 20th century (Melton 2005). The *Lean* methodology started in Japan in the 1950's with Toyota. It focused mainly on minimizing wastes from a continuous production line, and on improving efficiencies with shorter turnaround times, thus maximizing overall customer value. A comparison between both production systems is presented in Table 1. Moreover, the lean manufacturing system provides four major benefits for organizations by increasing their productions, completing the production process in less time, increasing the product quality with less errors and increasing customer satisfaction (Jones and Mitchell, 2006).

Table 1: Comparison between Mass Production and Lean Manufacturing (Melton, 2005)

	Mass Production	Lean Production
Manufacturer	Henry Ford	Toyota
People Design	Workers with limited skills	Teams of highly skilled workers at all levels
Production Design	Non-or limited skilled workers	Teams of highly skilled workers at all levels
Equipment	Expensive and for a unique purpose	Manual and automated machines to produce volume
Production Methods	Production of a large volume of standard products	Production according to customer order
Organization Philosophy	Rigid Hierarchy- management with responsibility	Flows of value using appropriate levels of training, pushing the responsibility down the organization
Philosophy Goals	Production of good enough products	Production of perfect products

The principles of *Lean* methodology: Value Identification; Elimination of Waste and Generating a Flux (from the value to the consumer) are detailed in the book 'The Machine that Changed the World' by Womack *et al.* (1990).

Lean methodology has evolved, and it has been applied to automotive industries and to a wide range of supply chains (Melton, 2003), such as the remanufacturing process. This is a sustainable practice in most business sectors, and it is efficient to reduce waste. Kurilova-Palisaitiene, J. and Sundin, E. (2014) discuss the use of lean production in the remanufacturing sector.

2.2 Continuous Improvement

Caffyn and Bessant (1996) define this topic as a process that focuses on the incremental and continuous innovations. Slack *et al.* (1997) state that continuous improvements are steps taken to improve the process. The five phases of the evolution of continuous improvement are presented in Table 2.

The practice of continuously improving a process or production is well known and is strongly linked to the concepts of Total Quality (TQM) and *Lean* Manufacturing. This means that continuous improvement lies in the ability of an organization to solve problems through small incremental steps, or breakthrough steps and



short cycles of change (Bessant *et al.*, 1994).

Different results may occur from each organization when the concepts of continuous improvement are implemented. This is because each organization has a management method. Three basic strategies come to light with the application of the PDCA Cycle (plan-do-check-act or plan-do-check-adjust), an iterative four-step management method used for the control and continuous improvement of processes and products: maintenance of current performance, improvement of existing processes and transformation of processes (Bessant *et al.* 1994, 2001).

Table 2. Phases of the Evolution of Continuous Improvement (Lesley & Roberto, 2003, apud Bessant *et al.*, 2000)

Phase of the Continuous Improvement	Description
Level 1: Pre-Continuous Improvement	The concept of continuous improvement is introduced to the organization due to a crisis or by attending a seminar, visiting other organization, or by contracting an ad hoc advisor, who does not influence the organization performance but has problem solving knowledge.
Level 2: Continuous Improvement Established	A formal commitment to the establishment of a continuous improvement system. Specific training and tools for continuous improvement are used to evaluate and measure the occurrence of continuous improvement activities and the effects on performance. Minimal and localized effects on organizational performance are observed. Morale and motivational improvements occur because of the learning curve associated with new products or processes, and to short-term actions.
Level 3: Continuous Improvement Advised	Continuous improvement procedures are related to strategic goals. The unfolding of the guidelines and measurements of the performance are associated with the strategic goals.
Level 4: Proactive Continuous Improvement	Production issues are given to autonomy and motivating individuals and groups to manage the processes and promote incremental improvements when identified. A higher level of experience in solving problems can be observed.
Level 5: Total Ability for Continuous Improvement	The organizational learning model reaches its highest level. New competencies through strategic, incremental and radical innovations that generate a competitive advantage are developed. The improvement continues and is the basis for the success of the organization.

2.3. Kanban

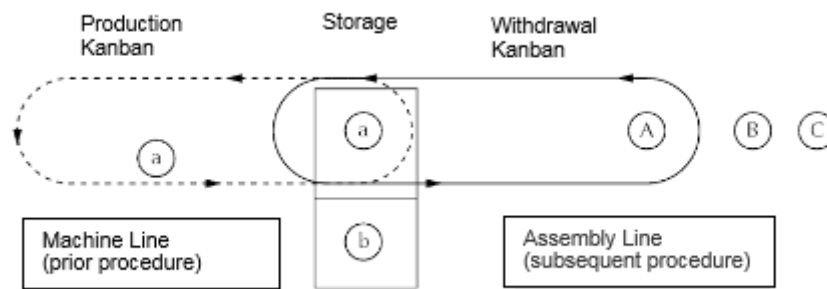
The *Kanban* system tracks production within each process (Monden, 2015). Controls are implemented through visual cards and manufacturing levels are determined by the consumption of the parts carried out by the subsequent production. The main objective of *Kanban* is to keep inventory levels as low as possible at any point by producing only what is necessary, with quality and only when it is needed (ALVES, 1995).

Kanban is the “pull” production system, i.e., the final assembly line determines when a new lot will be introduced for production based on customer orders. A *Kanban* card has information about each task and its status such as summary of the assignment, responsible person, deadline, etc. Two cards, Withdrawal Kanban



and a Production Kanban, are commonly used (Monden, 2015). Figure 1 illustrates a *Kanban* flow.

Figure 1: Flow of Withdrawal Kanban and Production Kanban cards (Monden, 2015).



From the moment the parts begin to be used, the card signals to the previous process to restore the amount indicated in the *Kanban*. The card then goes back to the process that produces the parts in sequence and the product replaces the inventory.

2.4 Value Stream Map (VSM)

Value Stream Map (VSM) designates all activities required to produce the product, an activity can add value or not to the process, and the process begins from the design of the raw material to the final delivery to the customer (WOMACK and JONES, 2004).

VSM is considered a process map, a key part of *Lean* methodology, and uses a flowchart method with symbols to identify each stage of the flow, document, analyze and improve the steps required for production or service for a customer. The main objective of this practice is to observe the flow of materials in real time and to eliminate waste (NAZARENO *et al.*, 2003; FORNO *et al.*, 2014).

The VSM has three basic steps: building the current map, the future map, and drawing up an action plan. This practice helps in the overall improvement process and is not limited to just individual processes (Roth and Shook, 2013).

It is necessary to prepare several VSM maps of the future conditions until it results in an ideal process that manufactures items in a complete and continuous flow with short lead times and with a minimum setup between the products.

2.5. 5 S Methodology

Launched in Brazil in 1991, the “5S” methodology originated in Japan post-war to improve the organization and cleanliness of industries by reducing wastes (MONDEN, 2015).

The acronym 5S represents five Japanese concepts with the letter S. When properly applied, they lead to smooth operations and schedules. In Portuguese, there are no similar words with S, then the term “Senso” was added to the closest meanings of the Japanese words (LAPA, 1998). The 5 Japanese senses and their meanings in English and Portuguese are shown in Table 3.

Table 3. The 5 Japanese Senses and their meanings in English and Portuguese (Lapa, 1998).

Senses	Japanese	English	Portuguese
1 S	Seiri	Sort	Senso de Organização
2 S	Seiton	Set in Order	Senso de Ordenação
3 S	Seiso	Shine	Senso de Limpeza e Inspeção
4 S	Seiketsu	Standardize	Senso de Criar as Regras, Segui-las e Aplicá-las
5 S	Shitsuke	Sustain	Senso de Manter e Rever Padrões

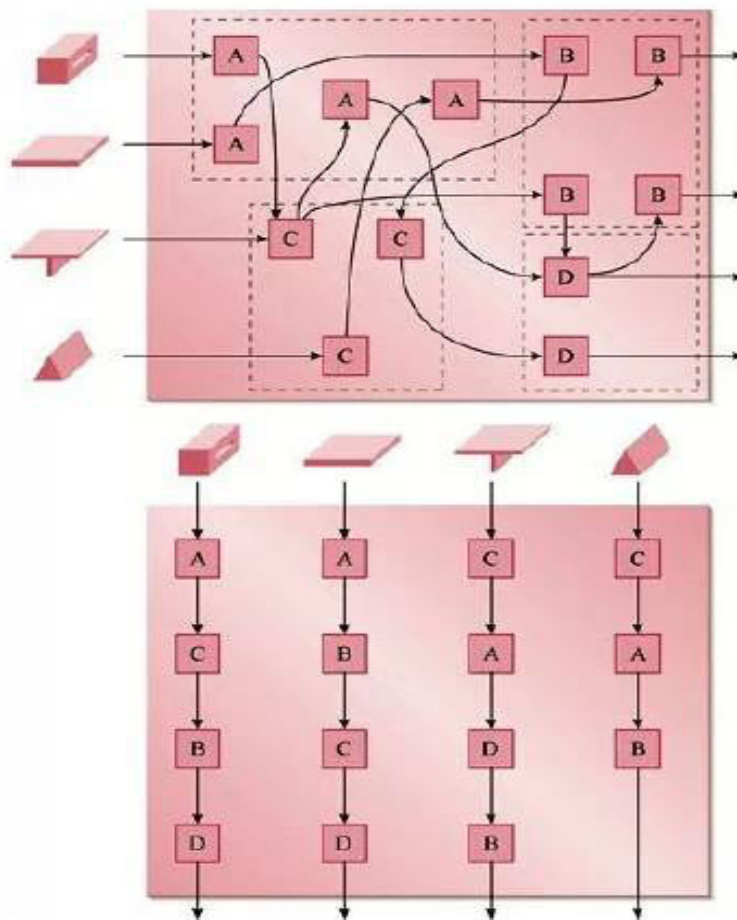
The use of 5S practices are highly recommended when programs for total quality control are initiated. They are considered one of the many steps of the *Lean* methods that lead to an effective production process. It is associated with a clean well-organized workplace (GISMONTI *et al.*, 2009; CALLIARI, 2014).

2.6. WorkCell

WorkCell is a practice for managing the continuous flow of an activity when the processing steps occur immediately one after the other (Lean Institute Brazil) (Figure 2). This structure explores the similarity of parts and procedures, where each part receives a structured code characterizing this group of pieces (MARTINS, 2003). The use of Standard Cell’s concept helps by continuously improving the process.



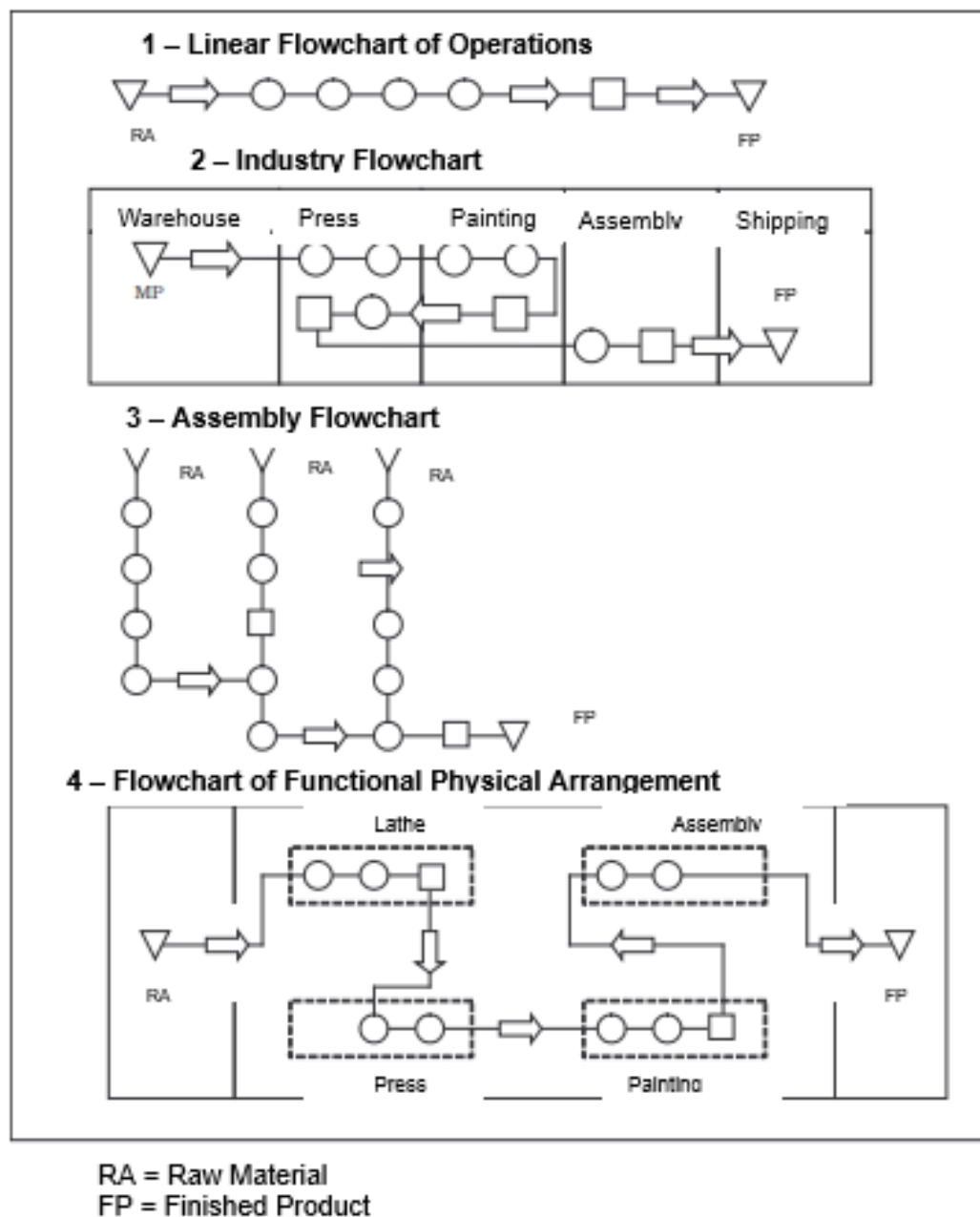
Figure 2. A continuous improvement of a process through WorkCell practice (Martins, 2003).



2.7. Flowchart

Flowchart is a diagram that analyzes the sequence and activities of a process through graphic symbols with special shapes to represent different types of actions or steps in a process. Its main objective is to increase the quality and productivity of the process under study by providing improvements and greater visibility of the workflow (Peinado and Graeme, 2007). These authors define Flowcharts as a means for production managers to increase the efficiency of the process as a whole and identify opportunities for improvement in all steps of the manufacturing process (Figure 3).

Figure 3. Different types of Flowcharts used in the Workcell application (Peinado and Graeme, 2007).



3. STUDY CASE

The objective of this study case is to identify, evaluate and propose solutions for production problems faced by Company X (Brazil) with the remanufacturing of fuel injectors. Results were collected and analyzed.

3.1. Product

The product line for Company X is injectors used in diesel fuel engines. Two lines of injectors Electronic Unit Injector (EUI), and Common Rail Injector (CRI) are remanufactured: Each line has separate specifications, processes and requirements. The fuel injector system delivers fuel into the engine cylinders by spraying atomized fuel, which is regulated by a coil spring.

3.2. Process Detail

The auto parts remanufacturing process of Company X has two different assembly process, one for EUI, and the other for CRI. While both lines of injectors have similar processes, each has specific features that need to be addressed during the production process. The remanufacturing process utilizes four employees and one trainee to operations both production lines.

3.3. Problems

The remanufacturing processes were monitored for a year to identify issues and analyze the outcomes. Improved inventory controls, and optimization of the processes by calculating production were found to be fundamental to increase efficiency and to reduce the existing waste in the production line. Details of the existing problems throughout the production chain of Company X, which affected the final costs of the product and lead times, are presented below.

3.3.1. Inventory Problems

By analyzing the inventory and knowing the number of existing remanufactured pieces available, it was possible to infer that the Logistics and Planning Department of Company X had limited inventory information, thus procurement planning was unable to meet demands. A discrepancy was observed between registered pieces in the system and the ones promptly available. Consequently, the total cost of the pieces available and registered in the system were different (Table 4).

Table 4. Costs of the Manufactured EUI and CRI Pieces Available and Registered in the System of Company X (Brazil) (this study, Cullen Bellato, 2018).

EUI and CRI Inventory of Company X (Brazil)	
Cost of Pieces Available	R\$ 253.619,37
Cost of Pieces Registered	R\$ 403.623,62
Discrepancy	-R\$ 149.904,25



3.3.2. Problems with the Manufactured Product

Another point addressed in this study was the high lead-time and the large divergence observed between the times of each step when compared to the total *takt* time of the process. Thus, the efficiency of the production was investigated as well. Lead-time equals the total time it takes from receiving an order, delivering an item, and receiving a payment, while *takt* time is the rate at which one needs to complete the production to meet customer demand.

Due to higher order intake and higher stock turnover, it was decided to analyze only the EUI injection process by identifying its failures and implementing optimizations.

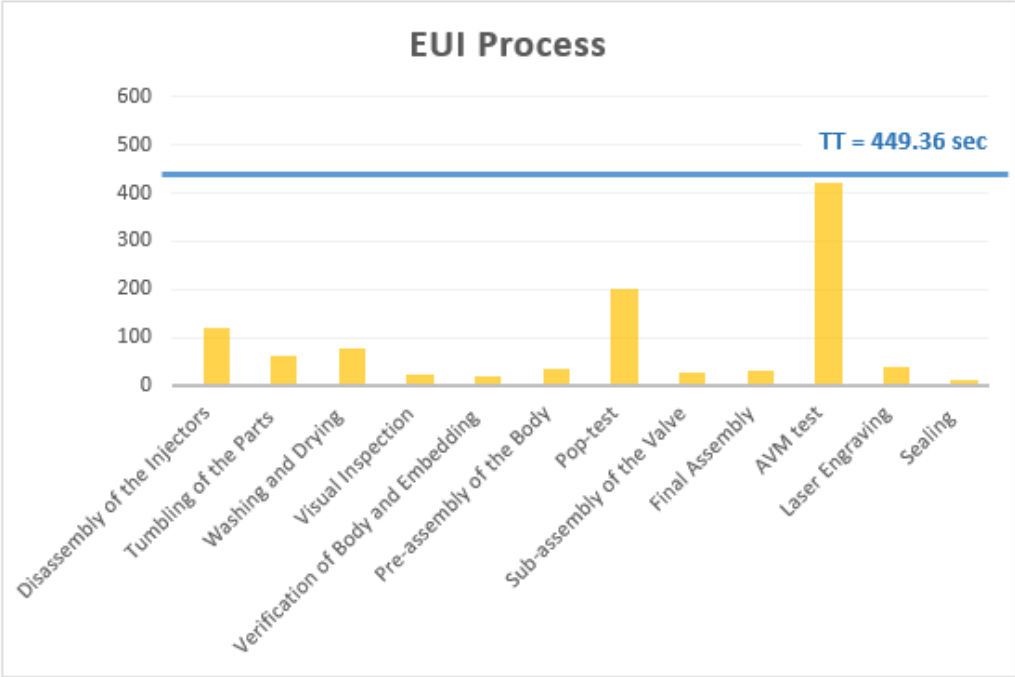
After completing the time surveys of each stage and analyzing the data, it was observed that an optimization of the EUI production line, such as line balancing, better division of activities and a possible implementation of more shifts should be performed. The data obtained are shown in Table 5, while Figure 4 illustrates the production process time versus *Takt* Time.

Table 5. Time survey of each stage of the Electronic Unit Injector (EUI) production process of Company X (Brazil) (this study, Cullen Bellato, 2018).

EUI	Processing Time (sec)
Disassembly of the Injectors	120
Tumbling of the Parts	60
Washing and Drying	76,5
Visual Inspection	21,69
Verification of Body and Embedding	20,21
Pre-assembly of the Body	35
Pop-test	202
Sub-assembly of the Valve	27
Final Assembly	31
AVM test	420
Laser Engraving	38
Sealing	11,09
TOTAL OF TIME	1062,49

The activities of the production process all together took 1,062.49 seconds, i.e., for every 17.7 min a new EUI was assembled on this production line.

Figure 4. The production process of the Electronic Unit Injector (EUI) versus Takt Time (TT) of Company X (Brazil) (this study, Cullen Bellato, 2018).



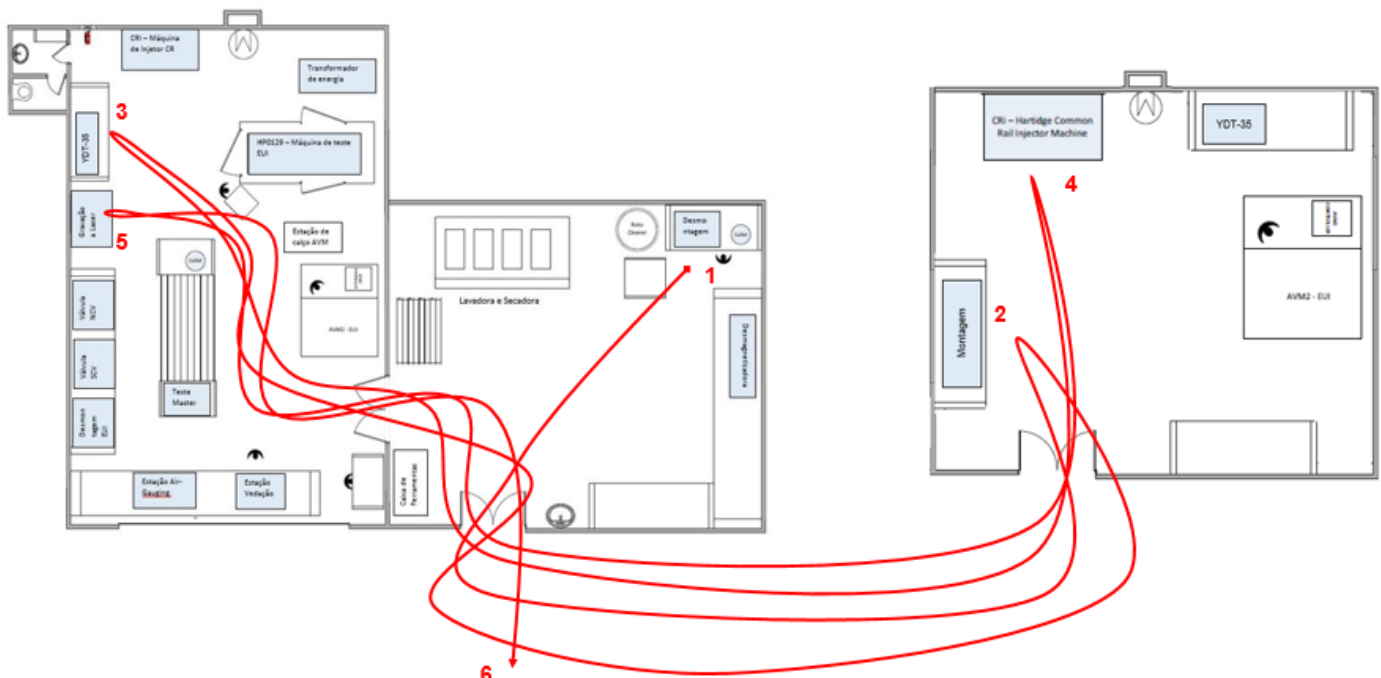
The *Takt* time reflects the demand rate of the market. The value 457.72 seconds was calculated by the net operating time of the period divided by the daily customer demand. The net operating time is the number of daily hours worked minus the nonworking hours, which totaled 489 minutes per day of work. For the demand, an average of all orders was determined resulting in 1,410 per month, (22 business days), resulting in a daily demand of 64.10 EUI. Production data collected over a 9-month-period for EUI and CRI (Table 6) revealed a lack of balance in both production lines; monthly production capacities of each line were never reached, and both lines were inefficient, thus causing a delay in the delivery time to the customers as well as generated waste throughout the production chains.

Table 6. Production Data on the Electronic Unit Injector (EUI) and Common Rail Injector (CRI) over a 9-month-period from Company X (Brazil) (this study, Cullen Bellato, 2018).

	Number of Injectors Produced Monthly								
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept
EUI Produced	131	351	1101	740	997	185	1118	794	537
Expected Total Production EUI	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760
Non-produced EUI	-1.629	-1.409	-659	-1.020	-763	-1.575	-642	-966	-1.223
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept
CRI Produced	51	89	163	300	405	754	35	222	1344
Expected CRI Produced	317	317	317	317	317	317	317	317	317
Non/Extra-produced CRI	-266	-228	-154	-17	88	437	-282	-95	1.027
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept
Total Production EUI & CRI	182	440	1264	1040	1402	939	1153	1016	1881
Expected EUI & CRI Produced	2077	2077	2077	2077	2077	2077	2077	2077	2077
Non-produced EUI & CRI	-1.895	-1.637	-813	-1.037	-675	-1.138	-924	-1.061	-196

The production of CRI was included in the analysis of the total production of injectors, and waste due to an intense movement of the employees from one production room to another, since production processes occurs in two rooms (Figure 5).

Figure 5. Movement of the Operators from one production room to another (points 1 thru 6) during the CRI production process at Company X (Brazil) (this study, Cullen Bellato, 2018).

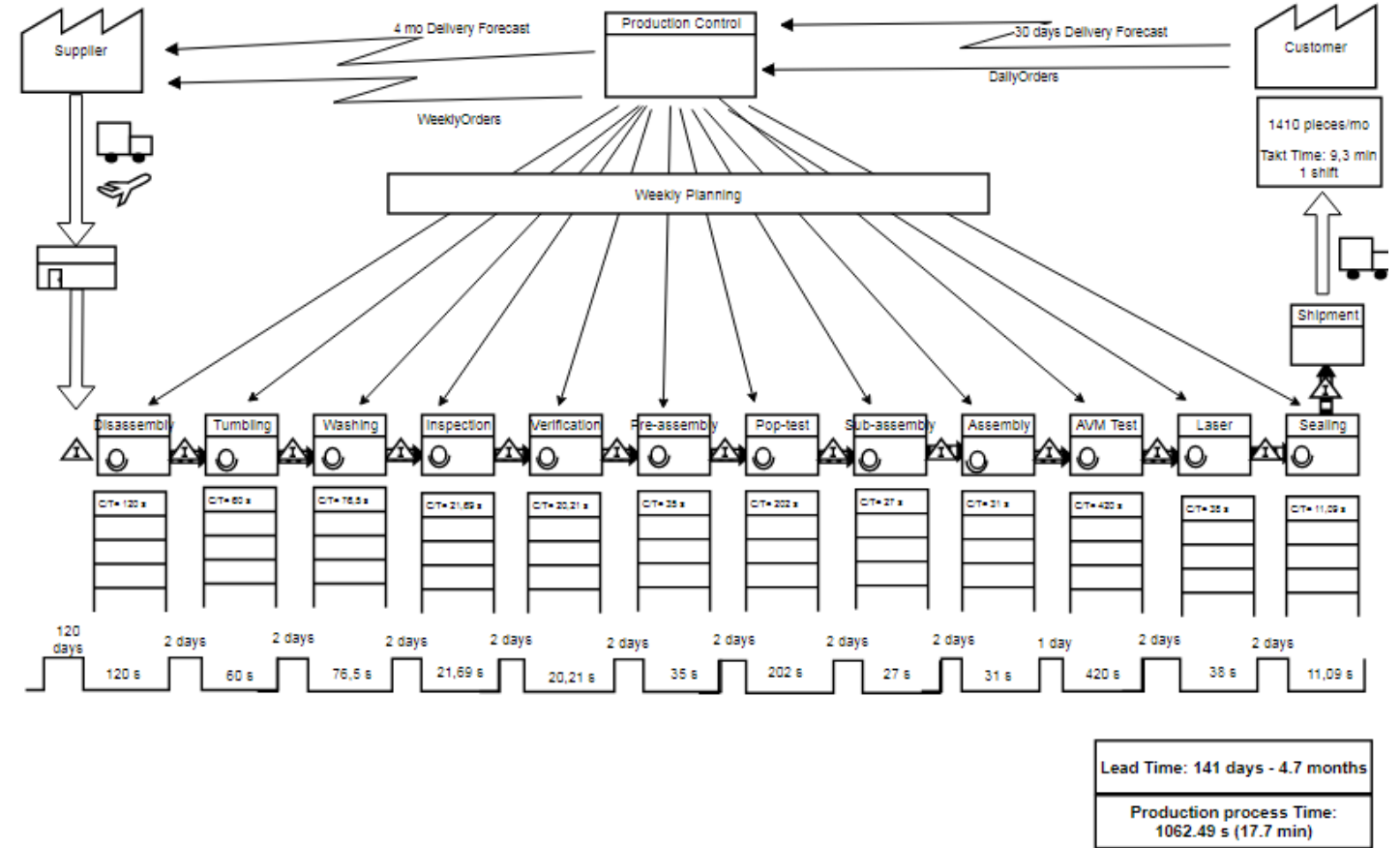


During the CRI production process, the distance traveled by the operators exceeded 300 m. The employees had to go back and forth four times totaling 1,205.5 m of movement between points 1 through 6, exactly in that order (Figure 5).

3.3.3. Actual VSM

The actual VSM of the EUI production process revealed large quantity of stock items and a high production lead time (Figure 6).

Figure 6. Actual VSM of the EUI Production Process of Company X (Brazil) (this study, Cullen Bellato, 2018).



The actual VSM (Figure 6) showed the time needed to complete the entire EUI production process (*Lead Time*), from the acquisition of the raw material to customer delivery was 4.7 months and 17.7 min was required for the remanufactured process. The VSM revealed that the EUI production process was slow, and production and turnaround of products were low. These observations are supported by Table 6, which showed the EUI and CRI production lines were inefficient since the actual productions of EUI and CRI were significantly lower than the expected levels, with the exception of CRI production in May and June 2018.

3.4. Proposal for Improvement

Based on analyses conducted and problems identified, corrective measures to promote the optimization of the remanufacturing department were implemented. The number of working hours and the number of operators were not changed. The

main actions taken to optimize the production process and the respective improvements observed are described in Table 7.

Table 7. Main actions implemented and the respective improvements observed in the remanufacturing department of Company X (Brazil) (this study, Cullen Bellato, 2018).

Problem found	Action implemented	Observed Improvements
Inventory	5S methodology applied to organize stocks; Calculated the existent items in the production line; Kanban methodology incorporated.	Better organization and cleansing, and accurate information on the production line of the availability of material.
Production Line	Production lines balancing; Change in the productive layout.	Better distribution of the process steps; Less displacement for the operators; Lower Lead Time, and Lower Process times

3.5. Intervention

Intervention actions were implemented in the production line in September 2018. The following tools were used in this study to mediate the identified issues:

- *Kanban* of production
- *Kanban* of stock
- 5S
- Flow Chart
- Work cell
- Layout optimization

The *Kanban* production was implemented by applying the FIFO (First in, first out) method to calculate the value of the inventory. FIFO assumes that the first items placed in inventory are the first sold. The *Kanban* stock method defined the maximum and minimum quantities for each item used in the production process considering the maximum production capacity.

The 5S methodology was used throughout the production room by discarding items that were not used; organizing the items and identifying each storage loca-



tion (Figure 7).

Figure 7. Items organized after implementing the 5S method in the production room of Company X (Brazil) (this study, Cullen Bellato, 2018).



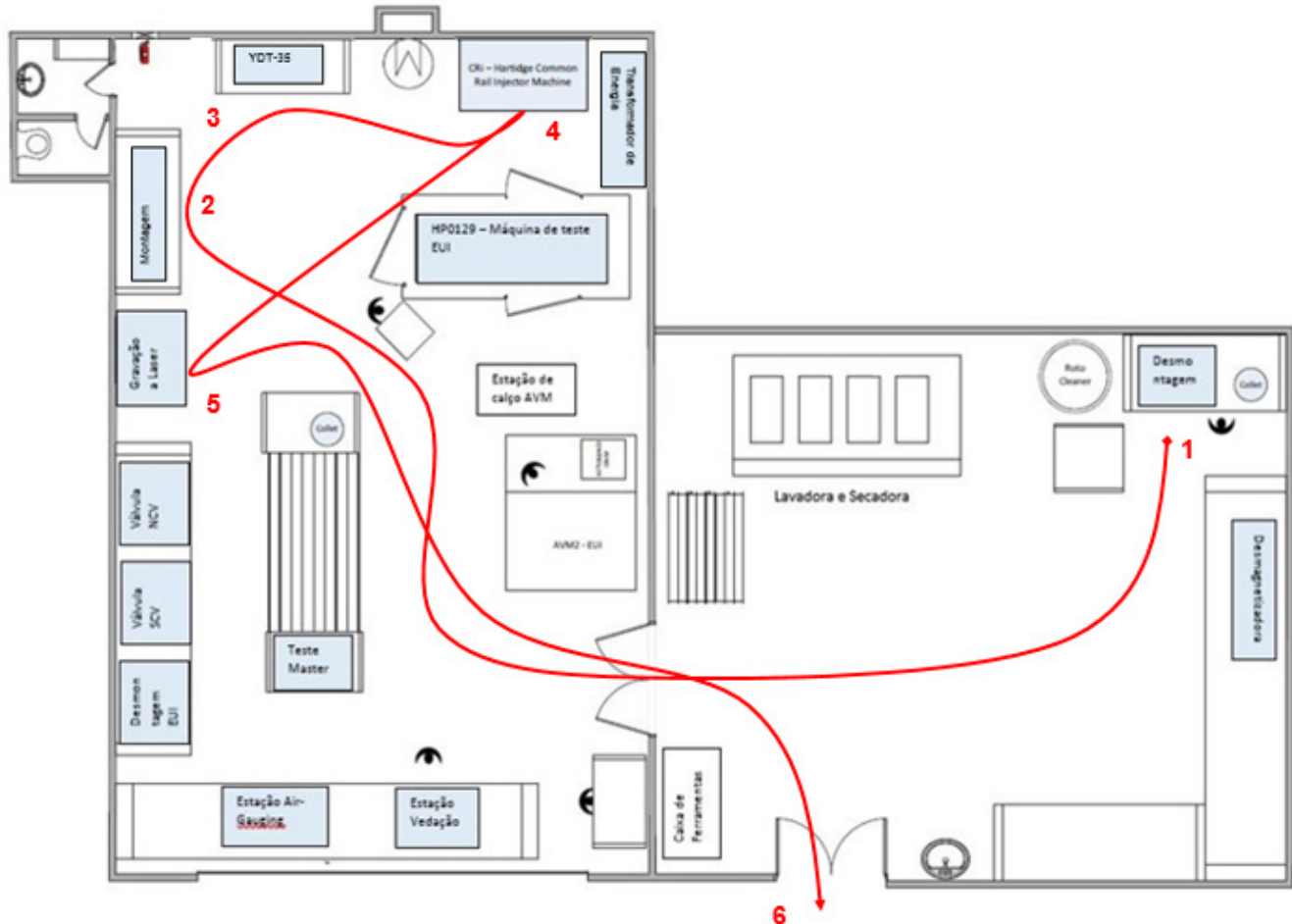
In order to assist the production processes, relevant documentation was established for all stages of the production, including flow charts, work cells and work instructions. Figure 8 illustrates the Flowchart model created and implemented in the remanufacturing of EUI production line.

Figure 8. A flowchart model created and implemented for the EUI production line of Company X (Brazil) (this study, Cullen Bellato, 2018).

Process Flow Diagram												
Changeover Key		Inspection Key										
P=Product		A=Automatic										
T=Tooling		M=Manual										
S=Software		V=Visual										
D=Dunnage		Q=Quality Audit										
L=Label												
		Product: E3 Electronic Unit Injector										
		Rev Date: October 29th 2018										
		Prepared By: Lisa Bellato										
Op-Seq	Fab	Move	Store/Get	Inspect	Rework	Scrap/Contain	Changeover	Operation Description	Class (KPC, QCI)	Significant Product Characteristics (Outputs)	Class (KCC, QCC)	Significant Process Characteristics (Inputs)
160	◇	○	△	▣	◇	○		Inspect Maintenance and line release		Maintenance Performed		Maintenance Log, Operator Training, Visual Aides
165	◇							Perform Sonitec Washer Set-up.		Activate system, Check Water Temp, Filter Pressure, Visual Check for Leaks, Correct water level, Titrate wash water.		Work Instruction REMAN_001, Operator Training, Visual Aides
170	◇							Place appropriate wash carrier in loading area.		Correct Carrier Selected		Work Instruction REMAN_001, Operator Training, Visual Aides
175	◇							Load carrier with wash tray / bins of part(s) requiring wash: capnut, compression spring, spring retainer, thrust pad, trust socket, terminal spacers , matched plunger& body		Selected parts placed into carrier		Work Instruction REMAN_001, Operator Training, Visual Aides
175	◇							Run Crest Washer cycle.		15 minutes of wash cycles per station		Work Instruction REMAN_001, Operator Training, Visual Aides

With the initial positive results, the layout of the injector production line was modified so the employees could operate with less movement from one room to another (Figure 9).

Figure 9. Movement of the Operators from points 1 through 6 during the CRI production process after changing the layout at Company X (Brazil) (this study, Cullen Bellato, 2018).



The new layout of the CRI production room helped operators reduce the number of movements between the processes (points 1 through 6) and accelerate the production of the CR injectors. The total movement of the operators changed from 1,205.5 m to 14.5 meters.

4. RESULTS

The implementation of the *Lean* tools proved to be essential to optimize the EUI and CRI productive lines at Company X, Brazil.

The application of *Kanban* card tools was important because it helped identify the items that were entering and leaving the production line and ready to be delivered to the end customer. Kanban cards were essential for identifying the lack of

inventory during the production process, and for increasing the stock turnover of the production line, resulting in reducing the items in stock.

In order to establish the quantity of pieces needed to feed the *Kanban*, the maximum capacity of items to be produced in three shifts was calculated. With this information, the minimum quantity was found to be 150 pieces with a maximum of 300 pieces. Therefore, each component should have a maximum of 300 pieces for these production lines.

Furthermore, with the *Kanban* cards, it was possible to minimize the waste found in Stock; Movement and Waiting time.

With the implementation of the *Lean* tools, the EUI and CRI production lines had no interruption due to the lack of materials; a straight forward system took place, and everything needed was easily found by the employees and production line operators.

The application of the 5S tool made the production process cleaner and more organized. Folders with pertinent documentation for a particular activity were available in each workstation, thus making it easier to locate documents as well as identifying any possible faults that might occur.

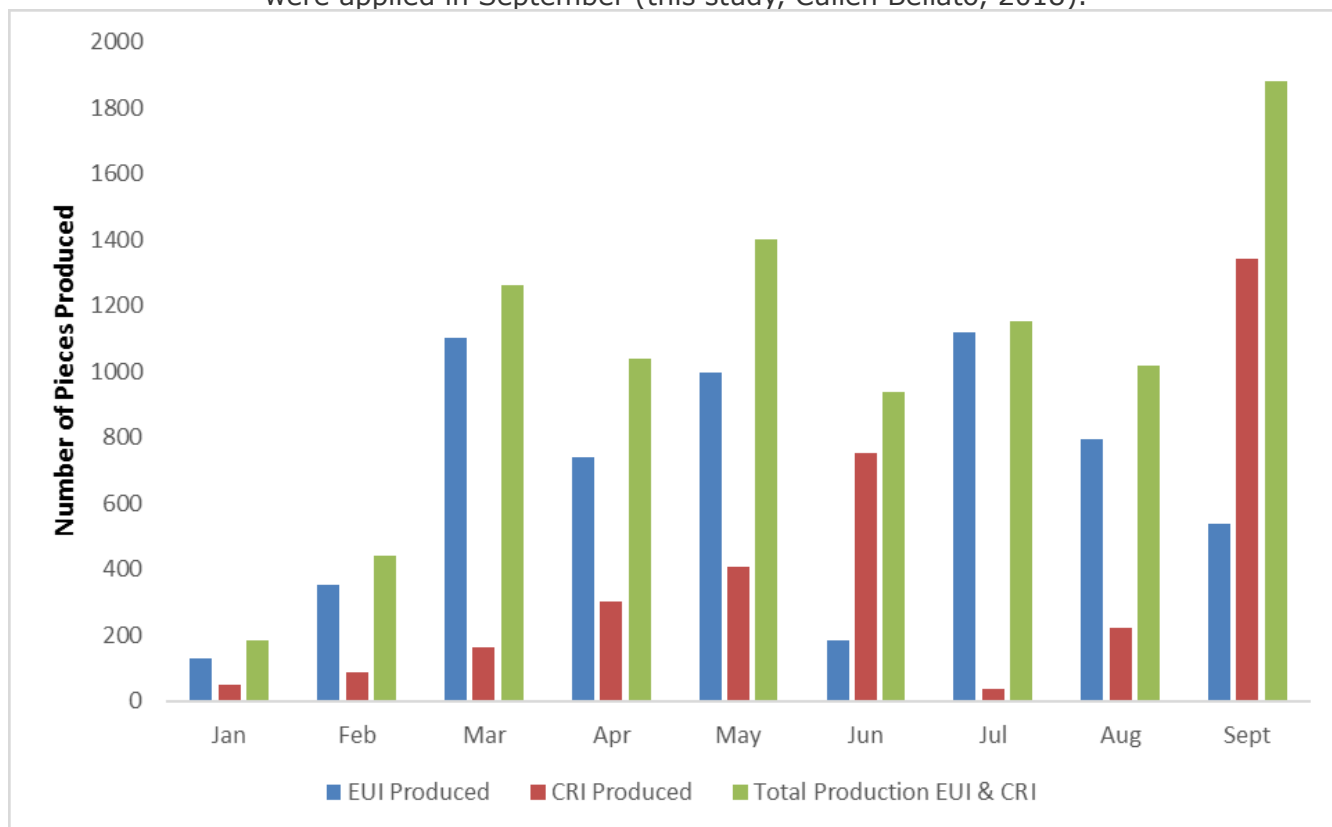
The modifications that caused the best results were the layout changes to the injector remanufacturing plant. Before this action, an operator had to move around 1.2 km between the two production rooms to finish the necessary steps to produce a CR injector. With the new room layout and an acquisition of a new assembly line, the production process became efficient and the operator now moves only 14.5 meters, i.e., a reduction of 98.79% (1,185 km).

The updating of the production line documents via Flowchart, Work cell, work instructions, and the implementation of a daily production plan at the beginning of each shift helped the operators. They were able to perform all the procedures since the instructions were easily available on the production line next to each operation.

A major improvement in the efficiency of the total EUI and CRI production lines were observed after the implementation of the *Lean* tools in September 2018. The number of operators and the number of working hours were not changed. In September there was a reduction in EUI and increase in CRI productions. This was probably due to the initial adjustments caused by the application of *Lean* tools. In October there was a significant increase in the production of EU injectors (Figure 10).



Figure 10. Analysis of the production over time of EUI and CRI in 2018 in Company X (Brazil). Lean tools were applied in September (this study, Cullen Bellato, 2018).



The application of *Lean* tools to optimize production processes were extremely important to reduce production times, organize the line, eliminate waste, increase the quality of the items, reduce costs and increase productivity, thus generating a greater value to the product and increasing consumer satisfaction.

5. CONCLUSION

The objectives proposed in this study were met. The application of *Lean* methodologies such as *Kanban* of stock and production, VSM and layout changes were effective in this study, and major improvements were observed in the production process. Moreover, the *Lean* methods had a real impact in the process of remanufactured diesel injectors by improving production activities of Company X.

By changing the layout of the production process and implementing the *Kanban* tool, a major gain was noted in the production line through the reduction of wastes, i.e reductions in waiting times, handling, human capital, and transportation.

The advantages of the application of *Lean* Manufacturing practices were discussed, implemented, and the resulting outcome increased efficiencies in the remanufactured production process. The results presented in this research suggest that the implementation of *Lean* methods strongly contributed to a more efficient productive process, and it should be applied in a regular basis for continuous im-

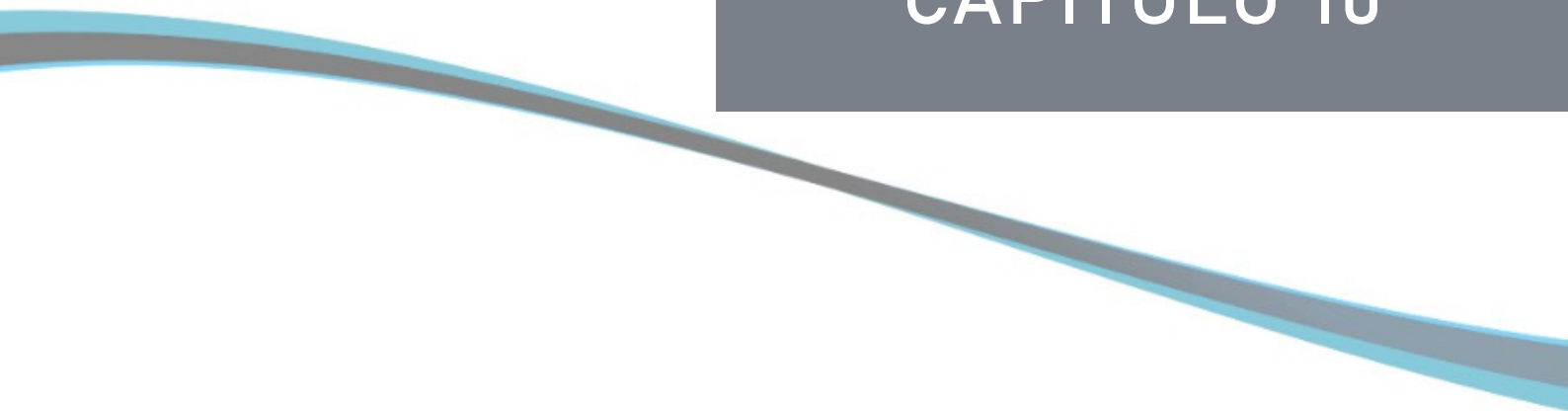


provement.

REFERENCES

- ATTADIA, L; MARTINS, R. Medição de desempenho como base para evolução da melhoria contínua. Revista Produção. v. 13, n. 2, 2003.
- BESSANT, J.; CAFFYN, S.; GILBERT, J.; HARDING R; WEBB, S. Rediscovering continuous improvement. Technovation. v. 14, n. 1, p. 17-29, 1994.
- CALLIARI, E. [<http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2014/01/Ediany-Patricia-Calliari.pdf>]
- FORNO, A.; PEREIRA, F.; FORCELLINI, F; KIPPER, L. Value Stream Mapping: a study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 yeays about application of Lean tools. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. v. 72, n. 5-8, p. 779-790. Maio, 2014.
- GISMONTI, W.; MONTEIRO JR, A.; MENEZES, JOAO. Aplicação de uma metodologia do programa 5S para empresas de reparadores automotivos: um estudo de caso na região metropolitana do Rio de Janeiro, XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Salvador, 2009.
- ISLAM, A. et al. Cloud the global transformation. IEE, India. 2014.
- JONES, D.; MITCHELL, A. Lean thinking for the NHS. London: NHS Conference, 2006.
- KURILOVA-PALISAITIENE, J. and SUNDIN, E. Challenges and Opportunities of Lean Remanufacturing. Int. J. of Automation Technology v. 8 n. 5 p. 644-652, 2014.
- Lean Institute Brazil (<https://www.lean.org.br/conceitos/19/celula-de-producao---como-criar-fluxo-continuuo.aspx>)
- MELTON, T. The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. Chemical Engineering Research and Design, Chester, v. 83, n. 6, p. 662-673, 2005.
- MESQUISA, M; ALLIPRANDINI, D. Competências essenciais para melhoria contínua da produção: estudo de caso em empresas da indústria de autopeças. Gestão e Produção. São Carlos. v.10, n.1, p.17-33, abr. 2003.
- MODRO, J.; FERRAES, F. Descobrindo a remanufatura e seus benefícios: um estudo de caso em uma empresa do setor de máquinas pesadas. 2010. 20f. Iniciação científica – USFC, Florianópolis, 2010.
- NAZARENO, R.; SILVA, A.; RENTES, A. Mapeamento do fluxo de valor para produtos com ampla gama de peças. Ouro Preto. 2003.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.
- ROTHER M.; SHOOK J. Aprendendo a Enxergar: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: v. 1.3, 2003.
- WOMACK, J.; JONES, D. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e cria riqueza. Rio de Janeiro: Campus, 1998, 428 p.
- WOMACK, J; JONES, D; ROSS, D. The machine that changed the world. Nova York: Free Press, 1990. 339 p.





CAPÍTULO 10

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UNIVERSIDADES: ESTUDO DE CASO DA UNIEVANGÉLICA

ENERGY EFFICIENCY IN UNIVERSITIES: UNIEVANGÉLICA CASE STUDY

Eduardo José Frauche Velloso
Danilo Augusto Santana de Souza
Eduarda Araújo Neves
Fernando Nunes Belchior

Resumo

Existem programas no Brasil voltados para conscientizar a população para a importância do uso eficiente de energia elétrica, como o Programa de Eficiência Energética que dispõe sobre a realização de investimentos e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica. Diante desta importância o trabalho tem como objetivo mostrar a redução de consumo de energia elétrica, de demanda na ponta e de custos com energia elétrica no Centro Universitário de Anápolis (UniEvangélica), cidade localizada no interior de Goiás, visando o uso racional de energia, com base no Programa de Eficiência Energética da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Que apresentou como resultado economia significativa na conta de energia para a universidade, com essa redução os investimentos em pesquisa aumentaram substancialmente.

Palavras-chave: a eficiência energética; energia renovável; ganhos energéticos, ganhos econômicos, eficiência energética em universidade



1. INTRODUÇÃO

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) menciona que o Brasil ocupa a sétima posição de maior consumidor mundial de energia elétrica, indicando desenvolvimento econômico e nível de qualidade de vida da sociedade (BRASIL, 2010), pois quanto maior a demanda, maior o ritmo industrial, comercial e a capacidade de adquirir bens e serviços da sociedade (LIN, MOUBARAK, 2014; SORRELL, 2015).

De acordo com o PNE 2050, o consumo de eletricidade mais que triplica de 2013 a 2050. Taxa de crescimento anual média de 3,2%, passando para 1.624 TWh em 2050, diante do valor 516,3 TWh em 2013 (BRASIL, 2018). Isso acarretará em maiores investimentos na expansão dos sistemas de transmissão e distribuição e carregamento das redes elétricas. Porém, uma boa forma de minimizar tais situações são os incentivos na diversificação na matriz energética brasileira, de forma que gerem menos impactos ambientais (ANTONIOLLI et al, 2018).

Este projeto foi viabilizado através do Programa de Eficiência Energética da Agência Nacional de Energia Elétrica - PROPEE / ANEEL, Brasil, de acordo com a Lei nº 9991, de 24 de julho de 2000. A regulamentação vigente é a da Resolução Normativa nº 830 de 23 de outubro de 2018.

Diante da importância do uso eficiente da energia, esse trabalho tem como objetivo mostrar a redução de consumo de energia elétrica, de demanda na ponta e de custos com energia elétrica no Centro Universitário de Anápolis (UniEvangélica), cidade localizada no interior de Goiás, visando o uso racional de energia, com base no Programa de Eficiência Energética da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Para melhor compreensão, este artigo está organizado do seguinte modo: Na seção 1 é apresentada a introdução sobre o tema e os objetivos; na seção 2 tem o referencial teórico, no qual fala sobre o programa de eficiência energética, alguns pontos referentes ao sistema fotovoltaico e iluminação; na seção 3 encontra-se a metodologia adotada para obtenção dos resultados; na seção 4 a análise dos resultados e, por fim, as conclusões.



2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Programa de eficiência energética

O Programa de Eficiência Energética (PEE) tem como objetivo promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia. Realiza-se através de apresentação e seleção de projetos que evidenciem a importância e a viabilidade econômica de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia (ANEEL, 2016).

A viabilidade do projeto é feita por uma avaliação econômica que se realiza por meio do cálculo da relação Custo-Benefício (RCB) para cada uso final, que pode ser encontrada no módulo 7 do Procedimento do Programa de Eficiência Energética que teve sua última atualização na Resolução Normativa nº 830 de 23 de outubro de 2018, os Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE, no qual tem que ter o valor do $RCB \leq 0,8$ para projetos que não envolvam fonte incentivada e o $RCB \leq 1,0$ para projetos que envolvam fonte incentivada.

O programa também busca potencializar os benefícios da energia economizada e da demanda evitada, por meio da transformação do mercado de eficiência energética, estimulando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de hábitos e práticas racionais de uso da energia elétrica (ANEEL, 2016).

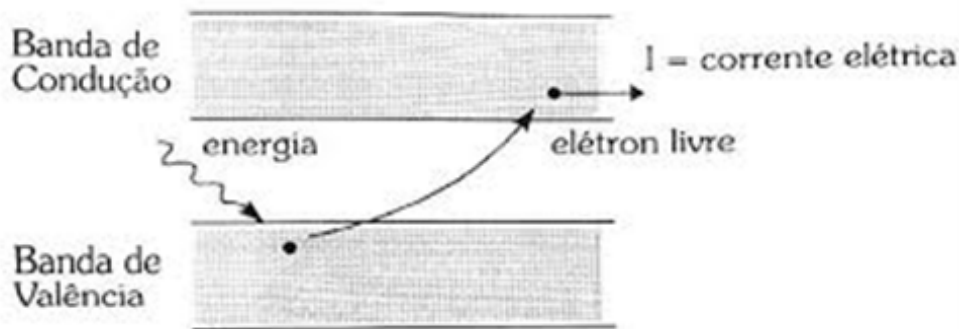
No estado de Goiás, localizado no centro-oeste brasileiro, a concessionária Enel promove esse programa, desde 1999 e já investiu aproximadamente R\$ 130 milhões em 50 projetos, mediante chamadas públicas, que é regido pela legislação federal, em especial a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000 e da regulamentação emanada da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2018).

2.2 Efeito e célula fotovoltaico

O efeito fotovoltaico é a conversão de fótons de luz em corrente elétrica. Os elétrons vão da camada de valência para a camada de condução, como representado na Figura 1, onde a energia são os fótons de luz e os elétrons podem mover-se sustentando a corrente (corrente fotovoltaica). Este efeito não deve ser confundido com o efeito fotoelétrico, onde os elétrons, quando excitados, deixam o material emitindo luz, sendo um efeito o contrário do outro.



Figura 1 - Elétrons livres, banda de condução e corrente elétrica.

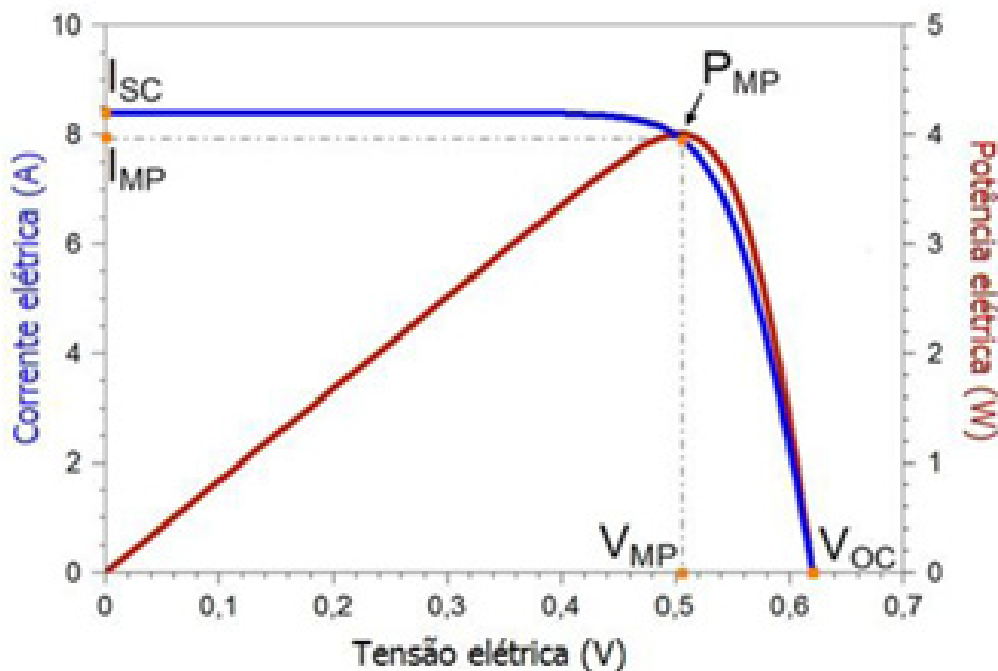


A célula fotovoltaica é um tipo de diodo PN que quando exposto à luz, cria pares de elétrons e lacunas, onde as cargas são separadas pelo campo interno (região de depleção) da junção PN. É criado, desta forma, um campo elétrico apontando do lado P para o lado N e, assim, a corrente é conduzida do material N para o material P.

A luz age como uma fonte de corrente constante. A corrente fotovoltaica pode ser considerada como a soma da corrente de uma junção PN no escuro (diodo semicondutor) com a corrente gerada pelos fótons absorvidos da radiação solar.

A célula fotovoltaica é caracterizada por alguns parâmetros importantes, que estão destacados na Figura 2. V_{OC} é a tensão de circuito aberto entre os terminais de uma célula fotovoltaica, quando não há corrente elétrica circulando e é a máxima tensão que uma célula fotovoltaica pode produzir. I_{SC} é a corrente de curto circuito, ou seja, a corrente máxima que se pode obter, sendo medida na célula fotovoltaica quando a tensão elétrica em seus terminais é igual a zero. P_{MP} é o ponto de máxima potência, para cada valor de irradiação solar existe apenas um ponto onde é entregue a máxima potência para a carga. O fator de forma, do inglês "*Fill Factor*", é a razão entre a máxima potência da célula e o produto da corrente de curto circuito com a tensão de circuito aberto ($I_{MP} \times V_{MP}$) / ($I_{SC} \times V_{OC}$), quanto maior o seu valor melhor. Eficiência é a potência elétrica de saída dividida pelo total fluxo de energia incidente na célula, e é o parâmetro que define o quão efetivo é o processo de conversão de energia solar em energia elétrica.

Figura 2 - Potência elétrica em função da diferença de tensão aplicada em uma célula de silício cristalino de 156 mm x 156 mm, sob condições-padrão de ensaio.



2.3. Sistema de iluminação

Os sistemas de iluminação têm grande influência no consumo de energia elétrica do setor comercial, como mostra a Figura 3. A troca de lâmpadas ineficientes por lâmpadas *Light Emitter Diode* (LED) é uma estratégia para reduzir esse consumo (SAIDUR, 2009).

Na emissão de luz, uma lâmpada de LED de 8 W equivale a 60 W da incandescente e a 15 W da fluorescente, o que reflete num gasto bem menor que as demais, chegando a cerca de 1.000 kWh (ENERGIA LIMPA, 2009). Além desta vantagem outras podem ser mostradas na Tabela 1.

Tabela 1: Comparativo entre os tipos de lâmpadas
Comparativo: Comum x Fluorescente x LED

	Comum	Fluorescente	LED
Tipo			
Durabilidade	1 ano	5 anos	15 anos
Consumo	50 W	10 W	5 W
Economia	x	até 80%	até 95%
Emissão de calor	ALTA	MÉDIA	BAIXA
Ecológica	Não contém mercúrio	Contém mercúrio	Não contém mercúrio
Eficiência	Pouca	Mediana	Muita

Fonte: ARQUITETIZZE, 2016

3. METODOLOGIA

O projeto desenvolvido na UniEvangélica, a partir dos levantamentos e medições efetuados, foram estudadas medidas de efficientização, prevendo a economia a ser obtida e o investimento necessário. As medidas de economia propostas foram avaliadas segundo os parâmetros de RCB, que no projeto proposto é de 0,6.

Os objetivos específicos do projeto são apresentados a seguir:

- Implantação de geração distribuída por meio de sistema fotovoltaico com capacidade de 971 kWp;
- Substituição do sistema de iluminação atual por novos modelos LED mais eficientes, totalizando.

Para a apuração da economia a ser gerada foi utilizado o Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP), o qual é um documento de referência mundial na apuração da economia.

4. ESTUDO DE CASO: UNIVERSIDADE UNIEVANGÉLICA

4.1. Sistema de iluminação

O projeto teve início com a apresentação do mesmo em uma Chamada Pública de Projetos, através de um diagnóstico energético com o objetivo de avaliar o potencial de redução de consumo de energia, de demanda na ponta e de custos com energia elétrica na Universidade UniEvangélica, visando o uso racional de energia elétrica, com base no Programa de Eficiência Energética da ANEEL.

A proposta para a efficientização dos sistemas de iluminação existentes consiste na substituição das lâmpadas convencionais instaladas nas edificações da UniEvangélica por novos modelos LED mais eficientes, com baixo consumo de energia e maior durabilidade, no ponto de vista de manutenção.

Antes da implementação do projeto de eficiência energética, a UniEvangélica tinha instalados nos prédios, ginásio, bibliotecas, salas de aula e áreas externas um total de 13.538 lâmpadas, divididas de acordo com a Tabela 2, representando uma potência total instalada de 546,4kW.

Tabela 2 – Tipo, potência e quantidade das lâmpadas instaladas



TIPO	POTÊNCIA	QUANTIDADE
Lâmpada fluorescente	18W	242
Lâmpada fluorescente	20W	1904
Lâmpada fluorescente	40W	6803
Lâmpada HO	110W	110
Lâmpada spot	20W	3
Lâmpada incandescente	18W	34
Lâmpada incandescente	20W	40
Lâmpada incandescente	40W	232
Lâmpada incandescente	60W	5
Lâmpada halógena	14W	208
Lâmpada halógena	18W	708
Lâmpada halógena	20W	2
Lâmpada halógena	28W	48
Lâmpada halógena	14W	208
Vapor metálico	400W	168
Vapor metálico	1000W	25
Iluminação pública	400W	120
Lâmpada Tubular LED	14W	8
Lâmpada Tubular LED	18W	2642
Lâmpada Tubular LED	20W	24
Lâmpada Tubular LED	40W	16
Lâmpada bulbo LED	6W	105
Lâmpada dicróica LED	6W	52
Lâmpada plafon LED	14W	31
Refletor LED	150W	1
Poste LED	150W	7

Fonte: Autores

O projeto de efficientização dos sistemas de iluminação prevê a substituição de todas as lâmpadas do sistema de iluminação existente por novos modelos LED mais eficientes e luminárias e refletores de 400W por novos modelos LED, conforme Tabela 3. As lâmpadas LED, já existentes no sistema, não serão substituídas. A Tabela 3 mostra os equipamentos que foram substituídos.

Tabela 3 – Sistema de iluminação existente X Sistema proposto

SISTEMA DE ILUMINAÇÃO EXISTENTE				SISTEMA PROPOSTO	
TIPO	QUANTIDADE	POTÊNCIA (W)	POTÊNCIA TOTAL	TIPO	POTÊNCIA (W)
Fluorescente tubular	6803	40	272,1	Tubular LED	18
Fluorescente tubular	1904	20	38,1	Tubular LED	9
Spot	3	20	0,1	Spot LED	10
Incandescente	232	40	9,3	Bulbo LED	9
Incandescente	5	60	0,3	Bulbo LED	9



SISTEMA DE ILUMINAÇÃO EXISTENTE				SISTEMA PROPOSTO	
TIPO	QUANTIDADE	POTÊNCIA (W)	POTÊNCIA TOTAL	TIPO	POTÊNCIA (W)
Incandescente	40	20	0,8	Bulbo LED	9
Incandescente	34	18	4,4	Bulbo LED	9
Vapor metálico	25	1000	25	Refletor LED	400
Vapor metálico	168	400	67,2	Refletor LED	150
Vapor metálico	120			Iluminação pública	
IP		400	48	LED	150
Fluorescente T8	242	18	4,4	Tubular LED	9
Halógena	2	20	0	Halógena LED	6
Halógena	208	14	2,9	Halógena LED	3
Halógena	48	28	1,3	Halógena LED	6
Halógena	708	18	12,7	Halógena LED	4
Ho	110	110	12,1	Tubular LED	32
Total	10652				

Fonte: Autores

Com a substituição dos 10.652 pontos de iluminação existentes por novos modelos eficientes, a potência total instalada passará a ser de 256,5 kW. A redução da demanda na ponta será de 289,9 kW, considerando um fator de simultaneidade de utilização dos sistemas de iluminação de 60%. O consumo de energia do sistema proposto será de 56.265,51 kWh/mês, condição aplicada para todos os meses do ano. A redução de energia total da UniEvangélica será de 993,3 MWh/ano.

4.2. Sistema de geração fotovoltaica

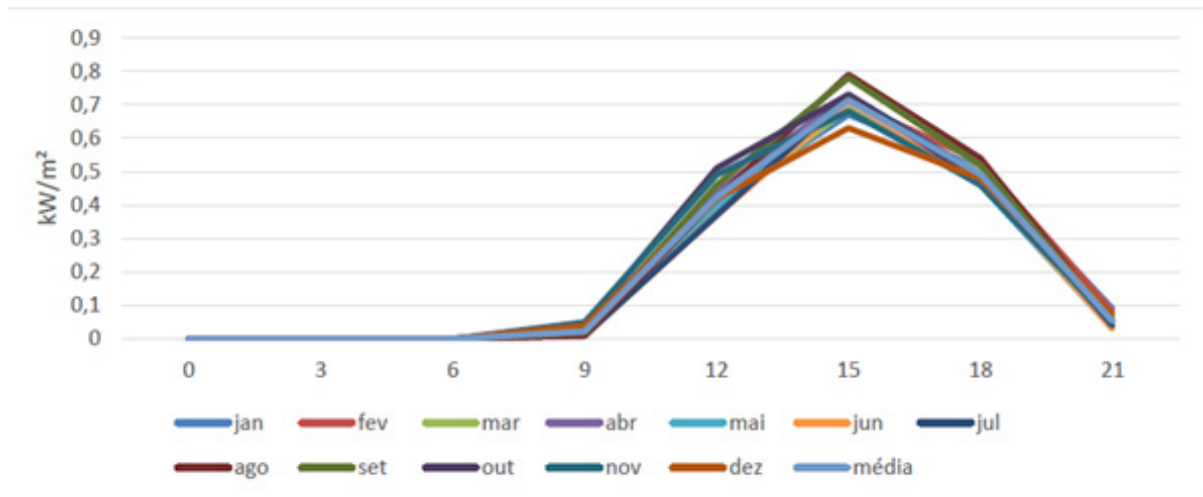
Relativo ao sistema fotovoltaico a ser usado, este será instalado no estacionamento da Universidade, ocupando uma área de, aproximadamente, 3.000 m². Conforme já exposto, este será utilizado com a finalidade de compensação do consumo de energia. A medida de efficientização visa a instalação de aproximadamente 2.874 módulos solares de 315Wp cada na cobertura metálica fixada no solo, com potência instalada na ordem de 971,3 kWp.

Com a implantação do sistema fotovoltaico, a economia com a redução das despesas na conta de energia elétrica da UniEvangélica será de R\$ 717.127,94 por ano.

O modelo do módulo fotovoltaico proposto para o projeto em questão é do fabricante Canandian Solar, Modelo 315 Wp. Através de cálculo de incidência solar, para a latitude e longitude da cidade de Anápolis-GO, respectivamente, 16,2° S e 48,9° O, obteve-se a insolação mensal média horária, em kW/m², representada na Figura 4.



Figura 4 - Insolação mensal média horária

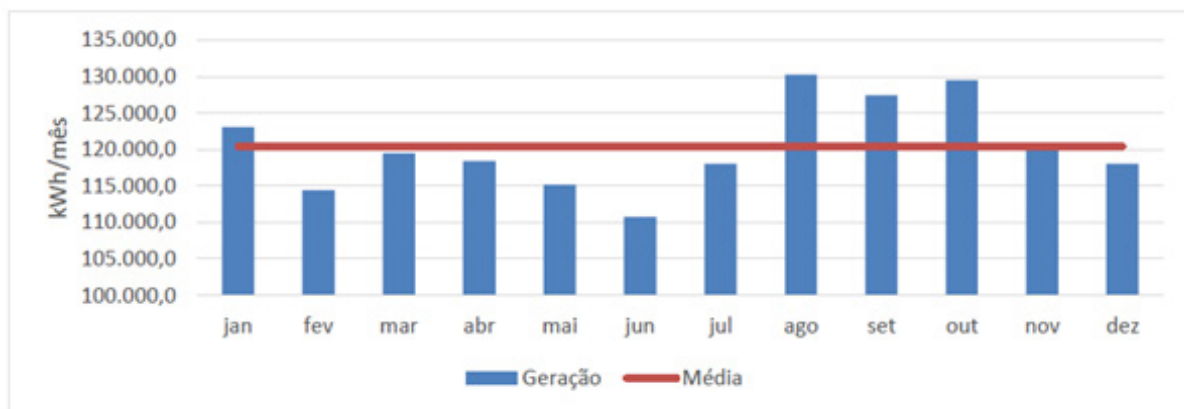


Fonte: estação meteorológica com piranômetro instalada na instituição

Para um melhor aproveitamento da energia solar irradiante, calculou-se o ângulo ótimo de inclinação das placas, de modo a conseguir, ao longo do ano, a maior geração de energia possível. Para a localização da usina solar, projetou-se a instalação dos painéis fotovoltaicos com um ângulo de 10° com relação a horizontal.

Com os dados do fabricante relativos à eficiência do módulo fotovoltaico, para valores mais baixos de irradiação incidente, calculou-se a média mensal de geração de energia através do *software* PVsyst, considerando os dias em cada mês. Desta forma, obtém-se a geração de energia mês a mês, em função da irradiação incidente, mostrada na Figura 5.

Figura 5 – Geração de energia mensal



Fonte: PVsyst, 2016

As horas equivalentes de sol por dia, segundo o cálculo realizado no *software* PVsyst, é de 5,1 horas. Conforme mostrado na Figura 6, em estudo da Neosolar, para a localidade de Anápolis-GO, as horas equivalentes de sol por dia estão na faixa de transição e variam entre 5,5 e 6,0 horas por dia. Assim, o cálculo apresentado no diagnóstico energético está consistente com o limite inferior de geração de energia.

Figura 6 – Radiação solar diária





Fonte: Neosolar, 2018

A seguir, é mostrado a instalação do sistema fotovoltaico na instituição, através das Figuras 7 e 8.

Figura 7 – Placas fotovoltaicas instaladas na instituição



Fonte: Autores

Figura 8 – Inclinação de, aproximadamente, 10° na instalação



Fonte: Autores

4.3. Avaliação de resultados

Com o RCB do projeto de 0,6 significa que a cada 60 centavos investidos no projeto obtêm-se 1 real de benefício, tornando-o interessante ao consumidor. Para a concessionária é ainda melhor, pois há um alívio de carga significativa no ramal de distribuição do cliente.

Através das Tabelas 4 e 5 percebe-se os benefícios, que são 15% da energia utilizada por mês não é produzida na universidade, o que representa uma economia financeira de R\$145.308,67 para a universidade. Com essa economia através do método de *payback* o retorno do investimento é de 4,5 anos.

Tabela 4 – Economia projetada

ECONOMIA - CONSUMIDOR					
USO FINAL	CONSUMO MÉDIO ÚLTIMOS 12 MESES (kWh/mês)	ECONOMIA / GERAÇÃO (kWh/mês)	REDUÇÃO (%)	TARIFA (R\$/MWh)	ECONOMIA FINANCEIRA (R\$/mês)
ILUMINAÇÃO	220.580,40	82.778,28	38	702,70	58.168,30
FOTOVOLTAICO	-	124.007,93	-	702,70	87.140,37
TOTAL	220.580,40	188.162,30	85		145.308,67

Fonte: Autores

Tabela 5 – Resumo financeiro

RESUMO FINANCEIRO	
ECONOMIA ANUAL	R\$ 1.743.701,02
INVESTIMENTO	R\$ 7.963.815,07
PAYBACK (anos)	4,567

Fonte: Autores

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo a avaliação do potencial de redução de consumo de energia, de demanda na ponta e de custos com energia elétrica na Universidade UniEvangélica, visando o uso racional de energia, com base no Programa de Eficiência Energética da ANEEL. A partir dos levantamentos e medições efetuados, foram estudadas medidas de efficientização, prevendo a economia a ser obtida e o investimento necessário. As medidas de economia propostas foram avaliadas segundo os parâmetros de RCB (Relação Custo-Benefício) de 0,6 definidos no documento “Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE” da ANEEL de 2018.

A partir da implantação de Geração Distribuída por meio de sistema fotovoltaico com capacidade de 971 kWp e a substituição do sistema de iluminação atual por novos modelos LED mais eficientes, obteve-se neste projeto uma redução drástica, de R\$145.308,67 por mês, nos custos operacionais da instituição e isto proporcionou investimentos em outra área como a de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Programa de Eficiência Energética**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica>>. Acesso em: 01/05/2019.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa 830**. Brasília, 2018. Disponível <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2018830.pdf>> Acesso em: 01/05/2019.
- ANTONIOLLI, A. F.; MOSCARDINI, E. F.; GESSNER, E.; PALADINI, E. P. Análise de serviço de energia solar fotovoltaica compartilhada no Brasil. **Revista Empreender e Inovar**, v. 1. n. 1. p. 104-116. 2018.
- ARQUITETIZZE. **Vantagens de utilizar lâmpadas LED**: As vantagens das lâmpadas LED com relação aos demais modelos. Araquari - SC 2016 Disponível em: <<https://arquitetizze.com.br/saiba-quais-sao-as-vantagens-de-utilizar-lampadas-led/>>. Acesso em: 01/05/2019.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Cenários de Demanda para o PNE 2050**. Brasília: MME: EPE, 2018.
- BRASIL, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. **Projeções da demanda de energia elétrica para o plano decenal de expansão de energia 2008-2017**. Brasília: MME/EPE, 2010. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20080416_3.pdf>. Acesso em: 01/05/2019.



ENERGIA LIMPA. A reinvenção da luz. **Revista Veja**. Edição 2145 – ano 42 – nº 52. 30 de dezembro de 2009. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/acervodigital/home.aspx>>. Acesso em: 01/05/2019.

ENEL. Programa de Eficiência Energética - **Chamada Pública. 2018**. Disponível em: <<http://enel-go.chamadapublica.com.br/>>. Acesso em: 01/05/2019.

LIN, B.; MOUBARAK, M. **Estimation of energy saving potential in China's paper industry**. Energy, v. 65, p. 182-189, 2014.

PVsyst. **A powerful software for your photovoltaic Systems**. 2016 < <https://www.pvsyst.com/>>

SAIDUR, R. Energy consumption, energy savings, and emission analysis in Malaysian Office buildings. **Energy Policy**, v. 37, p. 41044113. 2009.

SORRELL, S. Reducing energy demand: A review of issues, challenges and approaches. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 47, p. 74-82, 2015.



PROPOSTA DE MODELO EFICIENTE DE CONTRATO DE SERVIÇOS TERCEIRIZADOS DE MANUTENÇÃO MECÂNICA PREVENTIVA E CORRETIVA EM HOSPITAIS UNIVERSITÁRIOS FEDERAIS

EFFICIENT MODEL PROPOSAL FOR CONTRACTING THIRD PARTY
SERVICES FOR PREVENTIVE AND CORRECTIVE MECHANICAL
MAINTENANCE IN FEDERAL UNIVERSITY HOSPITALS

Danilo Augusto Santana De Souza

Diogo de Souza Rabelo

Fernando Nunes Belchior

Eduardo José Frauche Velloso

Resumo

Este trabalho indica ao leitor uma proposta de contrato de serviço de manutenção em Hospitais Universitários Federais com intuito de minimizar problemas de gestão, indicando a motivação para que estes contratos devam ter em seu objeto inclusos os materiais de troca e ferramentas para execução da manutenção. Desta forma, propõe-se evitar que existam mais do que um contrato para que uma única ordem de serviço seja executada, indicando as consequências que podem acarretar para a instituição manter o método de contratos cruzados (objetos distintos, os quais se cruzam para que uma única atividade seja executada).

Palavras-chave: contrato de manutenção; indicadores de manutenção; terceirização; manutenção; HUF; Hospital Universitário



1. INTRODUÇÃO

Alguns órgãos públicos vêm sendo fortemente criticados pela população em função de sua baixa eficiência e falta de acompanhamento das práticas de sucesso do setor privado, além disso, há uma carência de aprendizado com modelos de sucesso ao redor do mundo tal como os *benchmarks*, tal como empresas como AmBev e Petrobras, que atuam de forma consistente em seus processos de manutenção.

Os métodos de manutenção, conforme indica Xenos (1998), podem ser preventivo, preditivo e corretivo. A manutenção preventiva está diretamente ligada com manutenções que necessitam parar o equipamento para seguir instruções de manutenção do manual do equipamento. A manutenção preditiva, mais sofisticada, trabalha com o estado do equipamento, ocorrendo levantamentos amostrais em períodos planejados com técnicas como ultrassom, termografia, dentre outros. Já a manutenção corretiva, tipo indesejado, ocorre quando o equipamento entra em estado de falha ou quando ocorre a quebra. Este trabalho trata da manutenção mecânica de Hospitais Universitários Federais (HUFs), que possuem um alto número de manutenções corretivas na área térmica, principalmente por problemas apresentados em aparelhos de ar condicionado

O objetivo principal deste artigo é demonstrar uma proposta de modelo de contratação de manutenção mecânica de Hospitais Universitários Federais com intuito de oferecer aos leitores uma sugestão considerada pelos autores como a forma mais eficiente de contrato de serviços de manutenção mecânica em meio às diversas especificações de contratação possíveis, entrando no tocante da mão de obra, ferramental de serviço, instrumentos de medição e equipamentos para a manutenção.

2. PROPOSTA DE MODELO EFICIENTE DE CONTRATO DE SERVIÇOS TERCEIRIZADOS DE MANUTENÇÃO MECÂNICA PREVENTIVA E CORRETIVA EM HOSPITAIS UNIVERSITÁRIOS FEDERAIS

Em função de decisões passadas, não embasadas em engenharia de manutenção, os HUFs têm grande problema com manutenções de aparelhos de ar condicionado, uma vez que um número grande de instalações não obedece a princípios básicos de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica, havendo instalações em que aparelhos de ar condicionado que não possuem circuitos próprios com disjuntores unicamente para estes.

Além do exposto, em função da falta de conhecimento técnico, gestores do passado optaram por instalações de aparelhos do tipo Split ou ACJ (Ar Condicionado



de Janela). Os aparelhos em si não constituem um problema, o problema principal é que em função do menor custo para aquisição e instalação destes equipamentos, há um grande número de aparelhos para equipes subdimensionadas, uma vez que o recurso público é limitado, o que causa grandes insatisfações dos clientes. Uma opção para a redução do problema era a utilização de instalações de centrais de ar condicionado que contemplassem a carga térmica exigida para vários ambientes em paralelo, fazendo com que, por exemplo, 15 equipamentos do tipo Split fossem substituídos por uma única central. Desta situação, vem o primeiro grande problema dos HUFs: mão de obra subdimensionada por falta de recursos.

Os autores entendem que para a determinação da quantidade e formação dos profissionais, devem ser consideradas:

- A quantidade de Ordens de Serviço (OS) corretivas históricas nos últimos 2 anos;
- A quantidade de OSs preventivas que o Engenheiro Mecânico planeja ter por ano;
- O tempo médio de solução das OSs corretivas por área, de acordo com o histórico;
- O tempo médio previsto para realização das OSs preventivas, conforme estimativa do engenheiro mecânico;
- Classificar os tipos de equipamentos mecânicos e eletromecânicos;
- A avaliação se a atividade necessita de auxiliar de manutenção, por exemplo, manutenção de aparelhos de ar condicionado split que obriga a existência de 2 profissionais, uma vez que a condensadora está em um ambiente e a evaporadora em outro ambiente, sendo necessário 1 o mecânico de refrigeração e o outro 1 auxiliar de manutenção (cuja mão-de-obra tem custo menor).

Conforme explica Branco Filho (2006), é de extrema importância que os serviços de manutenção preventiva e corretiva sejam mensurados e registrados sistematicamente. Muitas empresas do setor privado buscam melhorar seus resultados, todavia não controlam suas atividades, isto é ainda mais comum no setor público. Para melhor controlar os resultados das manutenções mecânicas é importante que o gestor de manutenção desenvolva indicadores e índices de manutenção. Em sua obra "Indicadores de Manutenção", Branco Filho (2006) explica diversas formas de medir os resultados, passando desde indicadores de capacitação da equipe até indicadores de gerenciamento de materiais, passando por indicadores, por exemplo, de desempenho de máquinas, algo extremamente relevante para avaliar se vale à pena ou não arcar com os custos de manutenção de determinado equipamento ou comprar um novo. Desta forma, os autores deste artigo indicam que ao contratar-

mos uma empresa terceirizada para manutenção preventiva e corretiva, o contrato deve deixar claro pelo menos os índices relacionados aos resultados de mão de obra, uma vez que deverá haver uma forma de notificar a empresa contratada ou multar a mesma em função de baixa produtividade ou altos índices de retrabalho, por exemplo. Esses índices e/ou indicadores são importantes, principalmente os relacionados a custos e produtividade, para saber se o contrato está sendo benéfico ou não para a instituição e se a mesma deve manter ou não o contrato com a empresa usando sempre que necessário a cláusula exorbitante que trata o art. 78, incisos I a V da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que trata da quebra unilateral do contrato sempre que este não for benéfico para a Administração Pública.

Conforme indica Branco Filho (2006), o resultado da mão de obra pode ser mensurado e ser utilizado como meio de aplicação de sanções contratuais, os autores sugerem que nos contratos existam pelo menos os indicadores apresentados nas equações I a III:

Indicador de capacidade de absorção de trabalho:

$$(I) \text{ CATE} = \frac{\text{Ordens de Serviço Realizadas}}{\text{Ordens de Serviço Programadas}}$$

Este indicador é simplesmente um medidor global do resultado, uma vez que através do mesmo não há como inferir nenhuma análise qualitativa, sendo somente o indicador quantitativo, porque o mesmo não distingue a complexidade de cada Ordem de Serviço (OS).

Indicador de eficiência da equipe de preventiva:

$$(II) \text{ EFEP} = \frac{Hh_{\text{realizado}}}{Hh_{\text{estimado}}}$$

Sendo:

$Hh_{\text{realizado}}$: Homem-hora gasto para realizar o serviço;

Hh_{estimado} : Homem-hora planejado para execução do serviço.

O indicador demonstrado em II, trata da análise de eficiência da execução das manutenções preventivas no tempo, o que, conseqüentemente, também analisa a qualidade do planejamento de preventivas, sendo recomendado que as medições sejam realizadas mensalmente.



Quanto mais próximo da unidade, mais bem planejada está sendo executada as preventivas e a equipe está sendo eficiente. Por outro lado, apesar de parecer tratar-se de muita eficiência da equipe de manutenção preventiva, ao medir-se um homem-hora realizado muito abaixo do estimado, gerando um resultado no indicador muito abaixo da unidade, ter-se-á a conclusão que o planejamento não está assertivo, ou seja, está dando muita folga para os profissionais trabalharem.

Quando este indicador fica acima da unidade, duas considerações podem ser feitas: a equipes está sendo ineficiente ou o planejamento está com prazos apertados.

Indicador de utilização em trabalhos de emergência:

$$(III) PTME = \frac{Hh_{\text{trabalho em emergência}}}{Hh_{\text{trabalho em manutenção}}}$$

Sendo:

$Hh_{\text{trabalho em emergência}}$: Homem-hora em serviços para atendimento de emergência

$Hh_{\text{trabalho em manutenção}}$: Homem-hora total gastos em manutenção no período

Este indicador pode sugerir uma análise tanto quantitativa quanto qualitativa dos serviços, uma vez que serviços de emergência podem estar atrelados às manutenções preventivas e preditivas mal executadas.

Para que exista uma ligação direta com o contrato, a instituição contratante deverá definir, ainda no Termo de Referência, os valores que serão considerados como metas mensais para cada indicador de resultado da mão de obra. Indicadores de custos podem ser aplicados também, todavia, os autores sugerem que não sejam utilizados como um meio de mensurar os resultados, mas como meio de avaliar onde deve-se empregar esforço para reduzir os custos da instituição com manutenção.

Através do Decreto nº 7.892, de 23 de janeiro de 2013, foi regulamentado o Sistema de Registro de Preços, no qual a Administração fecha contratos para fornecimentos de materiais os quais não há uma previsibilidade para utilização e que desobriga a mesma de solicitar todas as quantidades presentes no contrato para cada item, podendo até não usufruir do direito de compra do item se não houver demanda para o mesmo. Desta forma, os contratos de manutenção que antes possuíam os materiais, sem a definição de tipos e quantidades, ficando todos estes dentro de uma única linha de serviço, foram entendidos como não compatíveis com

o critério de vantajosidade para a Administração, uma vez que a empresa contratada poderia optar por sucatear os equipamentos das instituições não trocando peças ou simplesmente trocando por peças de baixa qualidade e o preço a ser pago sempre seria o mesmo valor fixo mensalmente. Após a retirada dos materiais desse modelo de contrato, os fiscais ficaram incumbidos de garantir a boa prestação dos serviços e de ainda fiscalizar os contratos oriundos das Atas de Registro de Preços dos materiais e há casos em que até as ferramentas foram retiradas da responsabilidade da contratada em busca de redução do preço do contrato, ficando a cargo dos fiscais garantirem que as ferramentas necessárias fossem compradas para serem fornecidas ao contratante. O lado positivo desse *case* é que houve o desenvolvimento dos fiscais de contrato em termos da execução das atividades dos contratos, uma vez que eles praticamente trabalham para o contrato o qual a contratada não tem responsabilidade em fornecer nem as ferramentas e/ou materiais que utiliza. Todavia, esse ganho em experiência não compensa os pontos negativos indicados abaixo:

- Os fiscais dos contratos ficam sobrecarregados e precisam dedicar-se muito aos contratos de materiais, ferramentas e o serviço de manutenção, uma vez que não havendo dedicação plena poderão ser culpados pelo não atendimento de Ordens de Serviço por falta de material e/ou por falta de ferramentas. O Engenheiro, fiscal desta metodologia, deixa de realizar atividades de engenharia e passa a ser um Administrador mais oneroso para a instituição;
- Os fornecedores normalmente não obedecem aos prazos de entrega dos materiais por serem micro e pequenas empresas desestruturadas, tornando-se necessário ter um almoxarifado com materiais que podem ser usados somente meses ou anos depois de sua aquisição, uma vez que a imprevisibilidade para o uso do material é muito grande e mais uma vez os fiscais do contrato podem ser penalizados, porque a falta de material significa paralisação no atendimento de uma Ordem de Serviço e ter material sobrando sem utilização no almoxarifado significa que aquele dinheiro poderia ter sido aplicado em outra necessidade da instituição;
- Os contratos de serviço de manutenção podem ser renovados por até 60 meses, segundo a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, enquanto os contratos de ata de registro de preço duram apenas 12 meses, no máximo, segundo Decreto nº 7.892, de 23 de janeiro de 2013. A consequência dessa falta de alinhamento de prazos é muito negativa para os HUFs, uma vez que em cada processo de compra existem materiais que são classificados como desertos (que não tiveram fornecedores interessados em vender) ou cancelados por motivos diversos como, por exemplo, preço acima do estimado no Painel de Preços (Sistema Público). Em detrimento disto ocorre um efeito “bola de neve”:

- A equipe de suprimentos tem que retrabalhar para abrir um novo



processo;

- Os engenheiros (fiscais) têm que fazer novos Termos de Referência, gerirem o risco de falta de material e elaborarem novos pareceres técnicos;
 - A equipe de compras tem que fazer novas pesquisas de preços;
 - A equipe de licitação tem que executar novo processo licitatório;
 - A equipe jurídica tem que avaliar as regularidades do processo novamente;
 - O auxiliar administrativo tem que movimentar o processo entre responsáveis em cada etapa;
 - A nova Ata de Registro de Preços pode ser finalizada entre itens contemplados, desertos e cancelados somente 1 a 2 anos depois do início da abertura do primeiro processo.
- A sobrecarga sobre os fiscais pode gerar estresse emocional e desconforto com a liderança, ficando estes decepcionados com o resultado do contrato de manutenção e aqueles insatisfeitos por serem penalizados por conta das reclamações externadas pelas áreas clientes pelo mau serviço prestado.

Com base nos tópicos indicados acima, fica muito claro que este modelo de contrato, onde há cruzamento de contratos distintos para execução de uma única atividade é ineficiente. É evidente que há uma sobrecarga em quase todas as áreas do hospital, implicando em grande risco de falhas relacionadas à manutenção, de modo que a culpa frequentemente recai nos profissionais responsáveis pela manutenção, porém pode-se constatar claramente que há inconsistências relacionadas ao modelo de contrato que foi escolhido pela gestão superiora dos HUFs.

Apesar de parecer vantajoso financeiramente a aquisição de materiais item por item e fornecer as ferramentas em número minimalista para atender a um contrato de serviço de manutenção, não há vantagem alguma nesta prática, pois no momento que qualquer um dos itens da ata de registro de preços desejada não vingar no pregão ou, após contratado, haver atraso na entrega, o serviço de manutenção será postergado gerando improdutividade e insatisfação da área cliente. Como as práticas públicas estão muito atrasadas em relação ao setor privado, infelizmente, não há uma mensuração via índices e indicadores de produtividade de cada profissional ou áreas, ficando no limbo a quantificação do custo que é para instituição a soma destes retrabalhos, tanto por parte da equipe do lado contratante quanto para a equipe do lado contratado, que pára suas atividades em função de falta de materiais ou ferramentas.



Para que tenhamos uma mitigação para todos esses riscos indicados, que vão de encontro com o Princípio da Continuidade do Serviço Público, previsto na Constituição Federal da República Federativa do Brasil (1988), os autores sugerem que os contratos de manutenção mecânica de Hospitais Universitários Federais incluam materiais e ferramentas sob responsabilidade da contratada, todavia não de forma genérica como é visto em contratos que indicam frases como “todo material necessário à manutenção é de responsabilidade da contratada”, gerando nesta condição um contrato superfaturado em função da necessidade da contratada ter que se defender financeiramente dos riscos que esta desconhece.

Para a maior vantajosidade da Administração, os autores sugerem que:

- Tenhamos nos contratos de manutenção uma lista de materiais normalmente utilizados nas manutenções, independente do preço;
- O contrato dê condição, em um modelo semelhante ao de um contrato guarda-chuva, de pagar somente pelos materiais substituídos realmente dentro do mês de referência e aprovados pela fiscalização, evitando o risco de troca de peças por peças de segunda mão ou de qualidade inferior à original do equipamento;
- Exista prazo definido para o fornecimento de peças e notificação imediata no caso de descumprimento deste prazo;
- A empresa tenha almoxarifado próprio, de preferência fora da instituição, utilizando somente um estoque mínimo dentro da instituição a ser gerenciado pela contratada diariamente;
- O custo com ferramentas siga processo similar ao indicado para os materiais, no qual o elaborador do Termo de Referência indica todas as ferramentas possíveis que cada profissional deverá ter em mãos e quais ferramentas são coletivas, todavia este custo deverá se reverter numa parcela fixa a ser paga 12 (doze) vezes no primeiro ano de contrato e se, por interesse da Administração, o contrato for renovado, o valor com ferramentas a ser pago pela contratante será um percentual acordado entre as partes no ato da assinatura do contrato e/ou processo licitatório em cima do custo total pago na contratação com ferramental para suprir a depreciação destas, os autores sugerem como razoável 20% o percentual a ser pago em 12 (doze) vezes em cada ano que o contrato for renovado.

Os benefícios que podem ser colhidos pelo HUF após adotar esta prática são:

- No momento da licitação, conforme Plenário do Tribunal de Contas da União (2016), em seu Acórdão nº 1238/2016, que trata de possíveis irregularidades identificadas em contrato entre a empresa que prestava serviço continuado de manutenção predial para a Universidade Federal do Ceará, os



descontos aplicados, durante processo licitatório, devem ser replicados para as linhas de materiais também, uma vez que o desconto é aplicado ao preço do contrato. Desta forma, a instituição poderá se beneficiar do ganho financeiro nas peças e materiais advindos do desconto praticado no contrato;

- Como trata-se de um contrato de serviço continuado, conforme art. 57 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, inciso II, o contrato poderá ter sua duração prorrogada por iguais e sucessivos períodos com vistas à obtenção de preços e condições mais vantajosas para a Administração, limitada a sessenta meses, o que faz com que os materiais também sejam renovados após Termo Aditivo de prazo. Isso faz com que a prestação de serviço garanta quase todos os materiais necessários, porque, infelizmente, nunca a lista contemplará todos os materiais necessários em função das particularidades e miudezas de cada equipamento mecânico e eletromecânico. Em paralelo, há uma retirada de carga em toda a cadeia de contratação, reduzindo os retrabalhos das áreas envolvidas no processo licitatório, uma vez que não há necessidade de novos processos de compra de ferramentas e materiais;
- Devido ao fato da contratada tornar-se total responsável por suas atividades, há uma redução significativa na possibilidade de pleitos em cima de notificações e multas por redução da produtividade. O fiscal neste momento foca-se inteiramente para a qualidade dos serviços e para a produtividade do contrato, não necessitando mais trabalhar para o contrato que ele fiscaliza;
- Com um único contrato a fiscalizar e não três, a carga sobre os fiscais é reduzida e estes podem desempenhar com melhor qualidade suas reais atribuições neste e em outros contratos.

As Figuras 1 e 2 demonstram o fluxograma de contratos que podem estar envolvidos para realização de uma única OS, demonstrando assim que há muitas interferências que geram possibilidades de fracassos em função da possível falha em qualquer um dos contratos envolvidos.

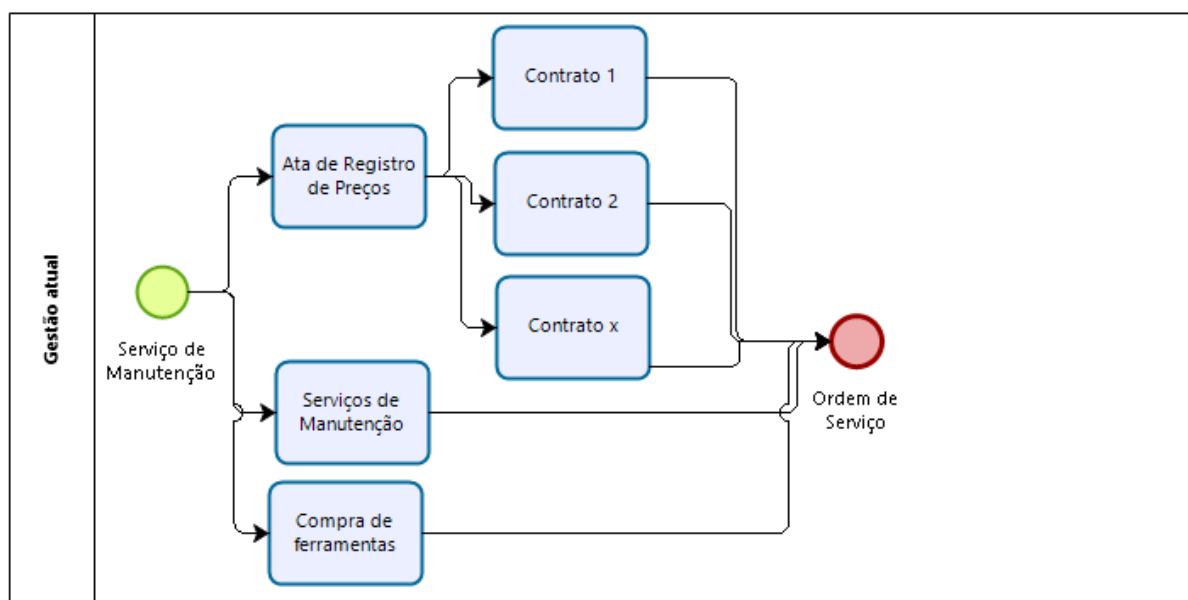


Figura 1 - Modelo ineficiente de gestão de manutenção.
Fonte: Autores

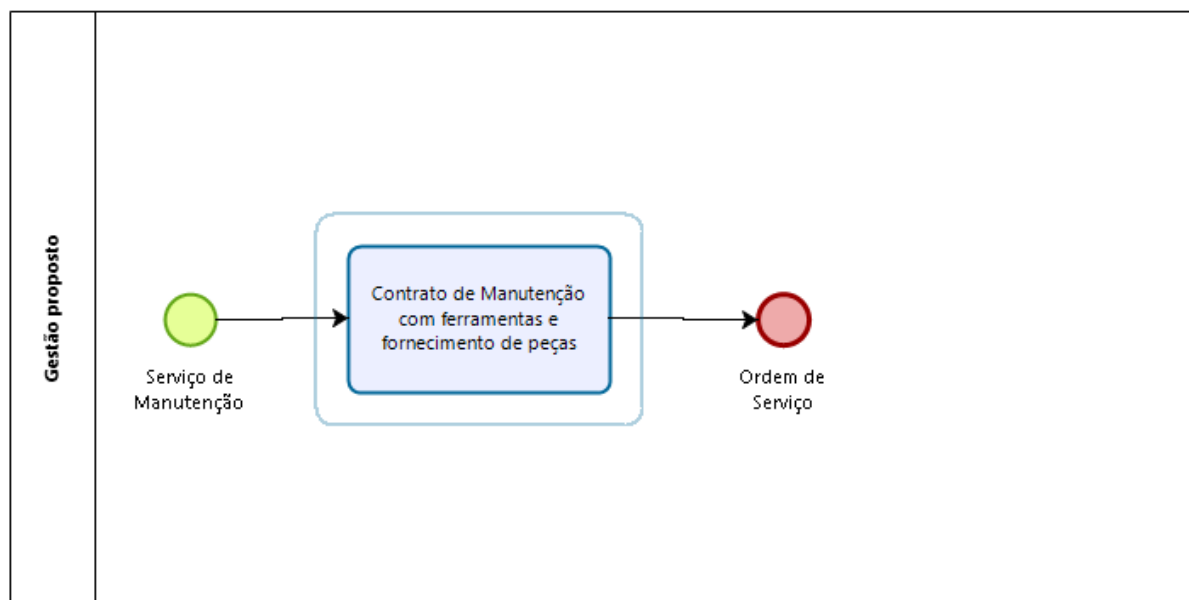


Figura 2 - Modelo de gestão de manutenção mais eficiente.
Fonte: Autores

É importante ressaltar que neste modelo de contratação, em que há serviço e uma lista de material a ser fornecida, conforme indica Almeida, et al. (2013), que teve o objetivo de realizar estudos com vistas a definir as taxas de BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) aceitáveis para diferentes tipos de obras e serviços de engenharia e para fornecimento de materiais e equipamentos relevantes, não é razoável que o percentual de BDI aplicado à linha de serviço seja o mesmo aplicado à linha de materiais, uma vez que a única atribuição da empresa no que tange os materiais é a intermediação no fornecimento.

Por fim, os autores sugerem, também, que os contratos para este tipo de serviço tenham processos anexos definidos pela contratante no contrato. Desta forma, a curva de aprendizagem da contratada será muito menor ao conhecer os

fluxos pré-existent no local que a mesma irá atuar, como, por exemplo, o processo para abertura de Ordens de Serviço pela área cliente e como esta chegará às suas mãos, processo de elaboração de laudos técnicos, processo de movimentação de ativos entre áreas distintas, dentre outros.

Vicente (2011), pregoeiro da Superintendência de Seguros Privados, publicou edital de convocação para prestação de serviço de manutenção predial semelhante ao proposto neste artigo, incluindo fornecimento de ferramentas e lista de materiais na responsabilidade da contratada a ser pago conforme utilização, divergindo deste artigo no ponto proposto aqui que sugere definir no contrato os indicadores de resultado de mão de obra. Este modelo de contrato evita a fiscalização de contratos cruzados e reduz a quantidade de pregões a serem realizados pela instituição, todavia a falta de inclusão de indicadores, com metas alvos claras e ligados diretamente ao resultado pode gerar falha na mensuração de resultados do contrato.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desta forma, contratos de manutenção mecânica de HUFs, em função de tratarem diretamente com vidas e equipamentos clínicos de alto vulto, devam ter os materiais e ferramentas inclusos no contrato e sob responsabilidade da contratada.

O BDI aplicado aos materiais tenha percentual menor que o previsto para a linha de serviço, uma vez que a contratada apenas intermedia o processo de compra e entrega para a contratante.

Contratos de manutenção sem fornecimento de materiais e/ou ferramentas estão fadados à ineficiência, gera gastos não mensurados com o tempo dos profissionais da instituição contratante, faz com que os fiscais trabalhem para o contrato que fiscaliza, pois têm a função de gerenciar dois ou três contratos para gerar um único serviço.

4. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal de Goiás por incentivar e encorajar a submissão do artigo no ENEGEP 2019.



REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Leandro Araújo De e colab. **ESTUDO SOBRE TAXAS REFERENCIAIS DE BDI DE OBRAS PÚBLICAS E DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS RELEVANTES**. . Brasília: [s.n.], 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/danil/Downloads/Estudo BDI - Pe_a 417 do TC 036.076_2011-2.pdf>.

BRANCO FILHO, Gil. **Indicadores e Índices de Manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. . Brasília, DF: Congresso Nacional. , 1988

BRASIL. **Decreto 7.892 - Sistema de Registro de Preços**. . Brasília, DF: Poder Executivo. , 2013

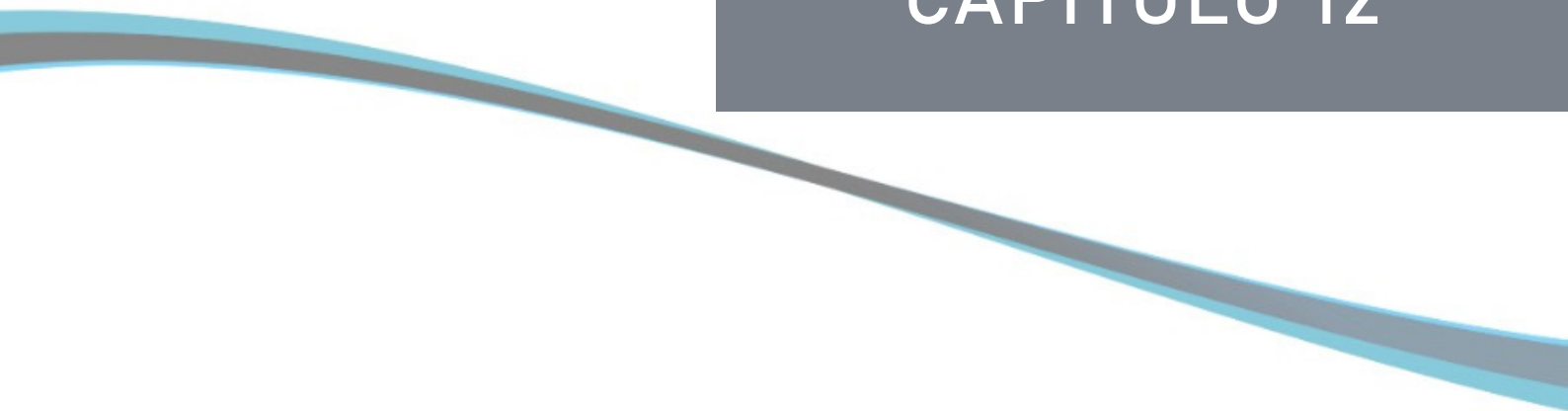
BRASIL. **Lei 8.666 - Norma de licitações e contratos da Administração Pública**. . Brasília, DF: Congresso Nacional. , 1993

TCU. **Acórdão nº 1238/2016 - Irregularidades no edital do Pregão Eletrônico 211/2015, promovido pela Universidade Federal do Ceará**. . Brasília, DF: Poder Judiciário. Disponível em: <<https://contas.tcu.gov.br/etcu/ObterDocumentoSisdoc?seAbrirDocNoBrowser=true&codArqCatalogado=10762746>>. , 2016

VICENTE, João Cavalcante Campos Tavares. **Edital Manutenção Predial SUSEP**. Disponível em: <<http://www.susep.gov.br/susep/download/comil/2011/PRG092011.pdf>>. Acesso em: 2 maio 2019.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. 1. ed. Belo Horizonte: EDG, 1998.





CAPÍTULO 12

PRÁTICA INTER-DISCIPLINAR DE ENSINO-APRENDIZAGEM SIMULANDO UM MRP EM EXCEL

INTER-DISCIPLINARY TEACHING PRACTICE SIMULATING AN EXCEL
MRP

Andrey Sartori

Bruna Vanessa de Souza

Fahim Elias Costa Rihbane

Juliana Cintra

Miriam Vendramini

Carla Christiane Arcanjo

Resumo

A utilização de simulações no ensino superior vem se difundindo como uma alternativa altamente eficaz na assimilação dos conceitos teóricos. Estas atividades proporcionam ao aluno a sensação de um ambiente real, de tal forma que estes podem aplicar, de forma prática, os conceitos apresentados teoricamente. Sendo assim, esse artigo tem como objetivo demonstrar uma prática interdisciplinar de Ensino-Aprendizagem, a respeito da Educação em Engenharia de Produção envolvendo a disciplina de PCP – Planejamento e Controle da Produção com uso do Excel para simular um Sistema MRP – Planejamento de Recursos de Materiais, com a intenção de estimular o estudante a desenvolver uma visão sistêmica e analítica dos problemas existentes em uma empresa, gerando uma percepção sobre a importância da teoria acadêmica para solucionar problemas organizacionais reais. O artigo traz a operacionalização bem como uma aplicação realizada em uma turma do Curso Superior Tecnológico de Gestão da Produção Industrial, onde são analisados os resultados obtidos com a aplicação. Ao final uma pesquisa revela, a partir da visão dos acadêmicos, as vantagens da metodologia proposta em relação ao ensino tradicional.

Palavras-chaves: Simulação, PCP, MRP.

Abstract

The use of simulations in higher education has been spreading as a highly effective alternative in the assimilation of theoretical concepts. These activities give the student the feeling of a real environment, so that they can apply the concepts presented theoretically. Thus, this article aims to demonstrate an interdisciplinary Teaching-Learning practice regarding Production Engineering Education involving the discipline of PCP - Production Planning and Control using Excel to simulate an MRP System - Resource Planning. Materials, with the intention of stimulating the student to develop a systemic and analytical view of the problems existing in a company, generating a perception about the importance of academic theory in solving real organizational problems. The article brings the operationalization as well as an application made in a class of the Technological Superior Course of Industrial Production Management, where the results obtained with the application are analyzed. At the end, a research reveals, from the academic viewpoint, the advantages of the proposed methodology in relation to traditional teaching.

Key-words: Simulation, PCP, MRP.



1. INTRODUÇÃO

Ensinar é uma ação intencional, pois exige um processo de ações que são desenvolvidas com o apoio de teorias e tendências pedagógicas que direcionam a prática docente, logo se torna necessário planejar, traçar os objetivos, selecionar os conteúdos, métodos, recursos e pensar como será avaliada essas ações ou refletir sobre a relação teoria e prática no cotidiano escolar.

A educação como provedora de conhecimentos teóricos para auxiliar na Gestão da Produção tem assumido um papel cada vez mais importante dentro das instituições de nível superior. Porém a teoria sem prática não possui a mesma qualidade de aprendizagem para os estudantes.

Ampliar a sala de aula para além das suas paredes é uma forma de trazer o problema atual para dentro da classe, ou seja, primeiro trazer o problema prático para só então buscar a solução teórica. Esse é um processo reverso ao que a maioria das instituições de ensino pregam no sistema educativo atual. Esse processo de primeiro trazer o problema, cria um sentimento de desafio para atual geração, que carece de motivos para entender a importância da teoria acadêmica.

Aulas práticas têm como característica principal o uso da simulação de situações reais em um ambiente acadêmico, permitindo com que os estudantes tenham a possibilidade de tomar decisões e empregar as técnicas absorvidas de forma teórica à realidade prática. Para Tubino e Schafranski (2000), a simulação através de aulas práticas permite que ideias e conceitos aprendidos em sala de aula, sejam aplicados na prática e assim, testados de uma maneira lúdica, possibilitando posteriormente uma avaliação dos impactos dessas decisões na estratégia escolhida para a situação.

Ainda de acordo com Tubino e Schafranski (2000), a simulação através de jogos permite que ideias e conceitos, passíveis de serem aplicados na prática, sejam testados de uma maneira mais simples, possibilitando a avaliação dos impactos desses e a escolha das estratégias mais adequadas para cada situação.

O objetivo desse artigo é demonstrar uma prática interdisciplinar de Ensino-Aprendizagem a respeito da Educação em Engenharia de Produção envolvendo a disciplina de PCP – Planejamento e Controle da Produção com uso do Excel para simular um MRP – Planejamento de Recursos de Materiais. Buscando estimular o estudante a criar uma visão sistêmica e analítica dos problemas empresariais, gerando uma percepção da importância da teoria acadêmica para solucionar problemas organizacionais reais.



2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Relações do ensino teórico com a prática

A visão tradicional e secular do ensino é do professor ministrando a teoria expositiva aos alunos em sala de aula e posteriormente cobrando o aprendizado com provas e trabalhos muitas vezes pouco produtivos ao meio acadêmico e a formação do estudante. Mesmo com a possibilidade de realizar perguntas e tirar dúvidas individuais, a aula somente teórica pouco agrega de valor a formação desse futuro profissional.

Conforme Kallás (2003), esse método não é totalmente equivocado, porém necessita de um complemento para criar uma visão e um pensamento sistêmico organizacional mais consistente e seguro, gerando segurança nas tomadas de decisões dentro das empresas quando necessário com base nos conhecimentos adquiridos, habilidades que são cada vez mais exigidas pelo mercado de trabalho.

O ensino superior tecnológico tem a função de preparar o acadêmico para atuar dentro das empresas da forma que essa lhe é exigido (GODOY, 1997). Sendo a aplicação de jogos e dinâmicas, maneiras do professor ensinar de forma prática os conhecimentos teóricos discutidos nas aulas. Essas simulações, quando bem exploradas representam um recurso valioso para o avanço do conhecimento intelectual do aluno e assimilação dos conteúdos, frente aos problemas apresentados (SAUAIA, 1995).

A aplicação dos jogos na engenharia de produção como método de ensino tem como objetivo simular um ambiente produtivo industrial, onde os processos são executados de forma organizada e temporizada. Onde o trabalho dos colaboradores deve ser estudado e melhorado em vista da eficiência operacional para o ganho de produtividade.

2.2 Estratégias de ensino

Para Belhot (1997); Silva & Cecílio (2007), as estratégias de ensino devem ir além da utilização de exemplos e figuras. As aulas teóricas e carregadas de conteúdo desestimulam o aluno que percebe pouca relação entre a teoria e a prática. Sendo assim, o professor passa a ter um papel mais atuante na transmissão do conhecimento e um corresponsável no processo de aprendizagem. O aluno uma vez estimulado com as práticas pedagógicas e estratégias de ensino do professor torna-se um agente proativo na busca do conhecimento mais teórico, dessa forma o modelo passivo e ativo da velha sala de aula se equilibra, e cada um exerce seu papel atuante e sua responsabilidade.

Outra vantagem das práticas educacionais está em equacionar as diferenças



de velocidade de aprendizagem, os alunos com maior dificuldade de entendimento de conteúdo, passam a entender melhor utilizando estratégias práticas de aprendizagem. É uma forma de lidar com as diferentes formas de apresentar e organizar as informações (WANKAT & OREOVICZ, 1993).

Estratégias de ensino voltadas para o uso de simulação buscam a experimentação de modelo que representam uma situação da realidade ou fenômeno conhecido. Ajudando a elaborar diferentes cenários futuros para um problema estudado e permitindo se chegar a considerações baseadas em análises.

O uso da estratégia que envolve estudos de caso define o aluno como parte central da situação, utilizando elementos teóricos de forma prática, elevando a importância de estimular a criatividade do aluno, uma vez, que normalmente os desafios são apresentados sem muitos fatos e levam os alunos a chegarem as suas próprias interpretações (DAVIS & WILCOCK, 2012).

2.3 MRP - Ferramenta do Planejamento e Controle da Produção

Conforme Slack *et. al.* (2009), o sistema de MRP (Planejamento de Recursos Materiais) é uma ferramenta essencial do PCP para dar agilidade aos cálculos dos materiais necessários para produção de bens apoiando as decisões sobre a quantidade e o momento do fluxo de materiais em condições de demandas e serviços. Sendo assim, quanto mais bem gerenciadas forem as operações de uma organização, a melhoria dos processos produtivos nunca cessarão, visto que as tecnologias não param de evoluir.

Segundo Correa (2000), o objetivo do sistema MRP é “ajudar a produzir e comprar apenas o necessário e apenas no momento necessário (no último momento possível), visando eliminar estoques, gerando uma série de “encontros marcados” entre componentes de um mesmo nível, para operações de fabricação ou montagem”.

A função do PCP é gerenciar as tarefas de produção em um sistema produtivo, oferecendo dados para transformação de informações que auxiliem nas tomadas de decisão dos setores envolvidos (TUBINO, 2000).

Para Lustosa *et. al.* (2008), as etapas de um MRP são seguidas do nível mais alto para o mais baixo. Devem-se obter as necessidades brutas (NB) originadas da demanda independente, calculada com base em dados históricos de vendas, em seguida é feita a análise de estoques dos itens filhos através do cálculo do MRP. Posteriormente identificar o estoque disponível (ED) do item, e os recebimentos programados (RP). Em seguida calcular as necessidades líquidas (NL), que é dada pela relação $NL = NB - ED - RP$. Por fim, estabelecer um plano de ordem de produção (OP), elaborado visando atender o plano de necessidades de recebimento e



considerando os prazos de fabricação ou fornecimento do produto, conforme esquematizado na figura 1.

PERÍODO		49	50	51	52	53
Nível ZERO						
Necessidade bruta		50	100	150	100	100
Estoque Disponível		50	100	150	100	100
Recebimento programado		0	0	0	0	0
Necessidade líquida		0	0	0	0	0
Ordem de produção	50	100	150	100	100	150

Figura 1 - Esquema inicial do MRP em Excel
Fonte: autores (2019)

Conforme Davis et al., (2001), sistemas de MRP tem como base a demanda dependente, isto é, sua utilização permite determinar as necessidades de matéria prima ou componentes de um produto pronto, a partir de uma demanda independente, de acordo com Martins e Laugeni (1998) decorre das necessidades do mercado e se refere basicamente aos produtos acabados, ou seja, àqueles que são efetivamente entregues ao consumidor. A figura 2 ilustra os dados básicos que alimentam o programa:



Figura 2 - Dados básicos que alimentam um MRP
Fonte: autores (2019)

- MPS – Planejamento Mestre da Produção: Especifica as quantidades e datas de entrega dos produtos com demanda independente.
- BOM – Bill of Material: É um cadastro que, para cada produto, descreve os componentes necessários para sua elaboração.
- ESTOQUES: A necessidade de controle de estoques é fundamental para a execução do MRP, uma vez que, a produção não pode ser prejudicada pela falta de um componente essencial para conclusão final do produto.
- BALANÇO: O balanço da produção é o ajustamento da linha de montagem ou fabricação conforme os tempos de execução de cada tarefa, a fim de evitar gargalos resultando no *takt time* final da linha ou o ritmo em que cada peça fica pronta.

Por tanto, o MRP é um sistema que trabalha com o processo empurrado de produção, uma vez que a liberação das ordens de produção é feita com base em uma programação, com uma janela de tempo predefinida, normalmente em dias ou semanas.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS

Com a evolução da metodologia do ensino superior sob uma forma geral, os jogos e exercícios de simulação saíram da exclusividade dos cursos com temática gerencial e administrativa, e foram implantados em outras áreas de ensino, tal como psicologia, marketing, economia, educação física, entre outras. Gramigna (1993) apresenta a seguinte sugestão para classificar os diferentes tipos de jogos:

- Jogos de Comportamento são aqueles cujo tema central permite que se trabalhem temas voltados às habilidades comportamentais;
- Jogos de Processo são os jogos onde a ênfase maior é dada às habilidades técnicas;
- Jogos de Mercado são os que reúnem as mesmas características dos jogos de processo, mas são direcionados para atividades que reproduzem situações de mercado.

A partir da classificação mencionada, a simulação que será apresentada neste artigo se enquadra melhor em jogos de mercado, pois melhor atende os objetivos anteriormente descritos, o método adotado possui caráter descritivo, apresentando uma pesquisa bibliográfica e pôr fim à abordagem será quali-quantitativa. No início do semestre os alunos tiveram acesso à parte teórica de PCP e MRP por meio de aulas em sala, após finalizarem essa parte, o professor com o intuito de facilitar a assimilação dos alunos disponibilizou planilhas Excel, que inicialmente foram alimentadas com dados de uma demanda aleatória. Após essa fase os alunos foram para o laboratório de alimentos da IES dando início as aulas práticas. Foram realizadas as coletas de dados reais do processo de produção de hambúrgueres, foram medidos os tempos de processo de cada etapa da produção, bem como a quantidade utilizada de cada ingrediente para formulação de até 70 hambúrgueres. Os dados foram organizados em planilhas Excel e posteriormente analisados para simular uma possível tomada de decisão.

A proposta do PCP usando o MRP em Excel resultou em um gráfico simples, contendo os meses, as vendas e a média móvel por períodos, essas informações foram utilizadas para o desenvolvimento de gráficos para demonstrar o melhor coeficiente de determinação também chamado de (R-quadrado), onde podem ser usados os dados históricos ou médias móveis e/ou ponderadas, para se ter o melhor resultado na tomada de decisão. A tomada de decisão nesse caso, diz respeito ao melhor índice do coeficiente e com base nele constrói-se uma previsão teste, calculando a predição linear e o erro linear ou MAPE, onde se deve encontrar uma porcentagem razoável para uma previsão quantitativa.

Em meados dos anos 60, os sistemas MRP utilizavam-se de computadores de grande porte, que demoravam horas para processar as informações de um único dia. Para obter os componentes de um produto, ele era explorado em todos os seus



detalhes para poder gerar a lista de material, também conhecida como BOM (*Bill of material*). A tabela BOM é feita através de uma multiplicação de matrizes (Figura 3) em Excel para saber a quantidade total de cada material que será utilizado na produção.

BOM	Massa	Carne Bovina	Toucinho	Ingredientes	Água Gelada	Proteína Soja	Sal	Glutemato	Estabilizando	Ascobato	Condimentos	Alho	Pimentas	Cebola Pó
Massa	0	3609	361	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carne Bovina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toucinho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ingredientes	0	0	0	0	595	159	79	8	20	8	0	0	0	0
Água Gelada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Proteína Soja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glutemato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estabilizando	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ascobato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Condimentos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4	6
Alho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pimentas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cebola Pó	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d(n)	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dd(n)	0	36090	3610	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 3 - Planilha de multiplicação de matrizes "BOM"
Fonte: autores (2019)

A tabela BOM, juntamente com o MRP é uma ferramenta extremamente importante na produção, otimizando tempo e obtendo um maior controle das produções nas indústrias. A dinâmica do MRP consiste em períodos, onde caracteriza o tempo (dias, semanas, meses, etc.), entrega agendada, que são os materiais que estão chegando da liberação planejada do pedido, estoque esperado, que são os produtos que estão sobre o controle do estoque, necessidade líquida que é o que deve ser "zerado", corresponde ao atendimento da necessidade bruta e a liberação planejada do pedido, que significa a ordem de produção.

4. SIMULAÇÃO, RESULTADOS E DISCUSSÕES

O MRP proporciona, portanto, diversos benefícios desde uma melhor gestão de estoque até simulações de demandas para aperfeiçoar o tempo e planejar ações que permitirão um crescimento sustentável do negócio. A tabela BOM, em conjunto com o MRP é uma ferramenta importante na produção, otimizando tempo e ajudando no controle das produções nas indústrias. O MRP é uma técnica que permite determinar as necessidades de compras dos materiais que serão utilizados na fabricação de um certo produto. Com base na lista de materiais, obtida por meio de estrutura analítica do produto. Também conhecida como árvore ou explosão do produto (Figura 4).

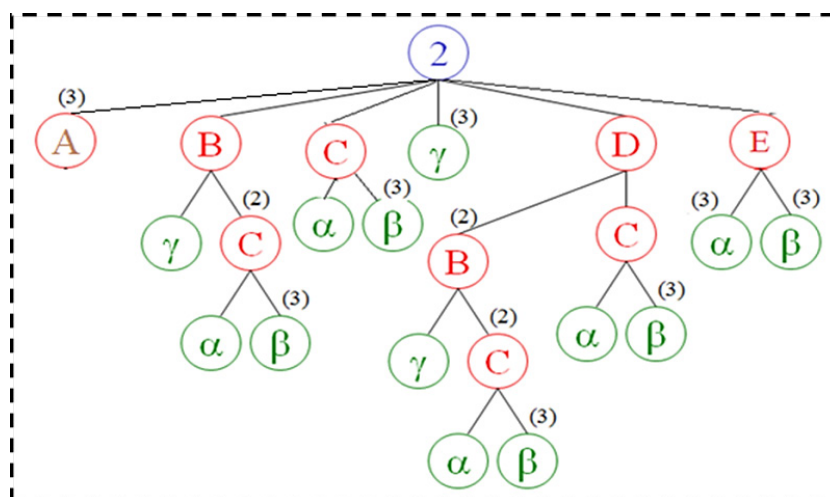


Figura 4 - Exemplo de uma Árvore de Produto
Fonte: autores (2019)

A execução da produção foi dividida em 12 períodos, podendo ser dias, meses ou anos, de acordo com a variável que a empresa analisa para planejar sua produção. A Figura 5 contém dados do nível zero da árvore de produto, que consiste em materiais prontos, como o hambúrguer, a necessidade bruta teve seus números baseados através de uma predição linear.

MRP	Período												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
HAMBURGUER - Nível 0													
Necessidade bruta		29	30	31	31	32	33	34	35	35	36	37	38
Entrega Agendada		29	30	31	31	32	33	34	35	35	36	37	38
Estoque Esperado		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necessidade líquida		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberação planejada do pedido	29	30	31	31	32	33	34	35	35	36	37	38	

Figura 5 - Análises de MRP, nível 0
Fonte: autores (2019)

Partindo de um estoque de zero, onde a liberação da produção se faz em D+1 e visando atender à necessidade bruta do período 1, libera-se o pedido de 29 lotes no período 0 para zerar a necessidade líquida do período 1, produzindo 30 lotes para zerar a necessidade do período 2, 31 lotes para zerar a necessidade do período 3, 31 lotes para zerar a necessidade do período 4, 32 lotes para zerar a necessidade do período 5 e assim sucessivamente, conforme Figura 6. Sendo assim, a liberação planejada do pedido gera a necessidade bruta dos próximos níveis.

MASSA, Nível 01														
			29	30	31	31	32	33	34	35	35	36	37	38
			29	30	31	31	32	33	34	35	35	36	37	38
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Liberação planejada do pedido	29	30	31	31	32	33	34	35	35	36	37	38
INGREDIENTE, Nível 01														
			29	30	31	31	32	33	34	35	35	36	37	38
			29	30	31	31	32	33	34	35	35	36	37	38
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Liberação planejada do pedido	29	30	31	31	32	33	34	35	35	36	37	38
CONDIMENTOS, Nível 01														
			29	30	31	31	32	33	34	35	35	36	37	38
			29	30	31	31	32	33	34	35	35	36	37	38
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Liberação planejada do pedido	29	30	31	31	32	33	34	35	35	36	37	38

Figura 6 - Análises de MRP, nível 01
Fonte: autores (2019)

Os itens da massa (carne e toucinho), ingredientes (água, proteína, sal, glutamato, estabilizante e ascorbato) e condimentos (alho, pimenta e cebola), presentes no nível um, consistem em partes ligadas ao hambúrguer, tendo para cada um dos itens, 29 lotes de estoque, para atender à necessidade bruta do período 1, faz-se a liberação do pedido no período 0 (D+1), para que a necessidade bruta do outro período seja zerada e assim sucessivamente, como descrita anteriormente.

A carne e o toucinho estão ligados à massa, estando presente no nível dois da árvore do produto. Para atender à necessidade bruta do período 1, devido a saldo zero de estoque, libera-se um pedido no período 0 de 104661 kg de carne e 10469 kg de toucinho (D+1), este valor irá variar de acordo com a necessidade de produção ao longo dos períodos, conforme figura 7.

CARNE, Nível 02														
			104661	108270	111879	111879	115488	119097	122706	126315	126315	129924	133533	137142
			104661	108270	111879	111879	115488	119097	122706	126315	126315	129924	133533	137142
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberação planejada do pedido		104661	108270	111879	111879	115488	119097	122706	126315	126315	129924	133533	137142	
TOUCINHO, Nível 02														
			10469	10830	11191	11191	11552	11913	12274	12635	12635	12996	13357	13718
			10469	10830	11191	11191	11552	11913	12274	12635	12635	12996	13357	13718
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberação planejada do pedido		10469	10830	11191	11191	11552	11913	12274	12635	12635	12996	13357	13718	

Figura 7 - Análises de MRP, nível 02
Fonte: autores (2019)

Os itens água, proteína, sal, glutamato, estabilizante e ascorbato estão ligados aos ingredientes e estão presentes no nível dois da árvore de produto. Devido a seu estoque zero precisa-se atender à necessidade bruta do período 1, portando faz-se a liberação do pedido no período 0 de cada ingrediente, atendendo assim a necessidade bruta dos períodos seguintes (D+1), realizou-se isso com a quantidade necessária para cada um dos ingredientes, como demonstrado na Figura 8,



utilizando a planilha bom sempre que trocar de nível.

INGREDIENTES - AGUA NÍVEL 2													
Necessidade bruta		17255	17850	18445	18445	19040	19635	20230	20825	20825	21420	22015	22610
Entrega Agendada		17255	17850	18445	18445	19040	19635	20230	20825	20825	21420	22015	22610
Estoque Esperado		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necessidade líquida		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberção planejada do pedido	17255	17850	18445	18445	19040	19635	20230	20825	20825	21420	22015	22610	
INGREDIENTES -PROTEÍNA - NÍVEL 2													
Necessidade bruta		4611	4770	4929	4929	5088	5247	5406	5565	5565	5724	5883	6042
Entrega Agendada		4611	4770	4929	4929	5088	5247	5406	5565	5565	5724	5883	6042
Estoque Esperado		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necessidade líquida		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberção planejada do pedido	4611	4770	4929	4929	5088	5247	5406	5565	5565	5724	5883	6042	
INGREDIENTES -SAL - NÍVEL 2													
Necessidade bruta		2291	2370	2449	2449	2528	2607	2686	2765	2765	2844	2923	3002
Entrega Agendada		2291	2370	2449	2449	2528	2607	2686	2765	2765	2844	2923	3002
Estoque Esperado		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necessidade líquida		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberção planejada do pedido	2291	2370	2449	2449	2528	2607	2686	2765	2765	2844	2923	3002	
INGREDIENTES - GLUTAMATO - NÍVEL 2													
Necessidade bruta		232	240	248	248	256	264	272	280	280	288	296	304
Entrega Agendada		232	240	248	248	256	264	272	280	280	288	296	304
Estoque Esperado		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necessidade líquida		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberção planejada do pedido	232	240	248	248	256	264	272	280	280	288	296	304	
INGREDIENTES - ESTABILIZANTE - NÍVEL 2													
Necessidade bruta		580	600	620	620	640	660	680	700	700	720	740	760
Entrega Agendada		580	600	620	620	640	660	680	700	700	720	740	760
Estoque Esperado		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necessidade líquida		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberção planejada do pedido	580	600	620	620	640	660	680	700	700	720	740	760	
INGREDIENTES - ASCORBATO - NÍVEL 2													
Necessidade bruta		232	240	248	248	256	264	272	280	280	288	296	304
Entrega Agendada		232	240	248	248	256	264	272	280	280	288	296	304
Estoque Esperado		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necessidade líquida		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberção planejada do pedido	232	240	248	248	256	264	272	280	280	288	296	304	

Figura 8 - Análises do MRP, ingredientes, nível 02
Fonte: autores (2019)

Os itens alho, pimenta e cebola estão ligados aos condimentos, presente no nível dois da árvore de produto e estão ligados ao hambúrguer, novamente possuindo saldo zero de estoque, libera-se o pedido no período 0 de produção para cada condimento e assim pode-se atender à necessidade bruta dos períodos (D+1), realizando isso com a quantidade necessária para cada um dos condimentos, como demonstrado na Figura 9, lembrando-se de utilizar a planilha bom sempre que tro-

car de nível.

CONDIMENTO - ALHO - NÍVEL 2													
Necessidade bruta		232	240	248	248	256	264	272	280	280	288	296	304
Entrega Agendada		232	240	248	248	256	264	272	280	280	288	296	304
Estoque Esperado		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necessidade líquida		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberação planejada do pedido	232	240	248	248	256	264	272	280	280	288	296	304	
CONDIMENTO - PIMENTAS - NÍVEL 2													
Necessidade bruta		116	120	124	124	128	132	136	140	140	144	148	152
Entrega Agendada		116	120	124	124	128	132	136	140	140	144	148	152
Estoque Esperado		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necessidade líquida		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberação planejada do pedido	116	120	124	124	128	132	136	140	140	144	148	152	
CONDIMENTO - CEBOLA - NÍVEL 2													
Necessidade bruta		174	180	186	186	192	198	204	210	210	216	222	228
Entrega Agendada		174	180	186	186	192	198	204	210	210	216	222	228
Estoque Esperado		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necessidade líquida		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberação planejada do pedido	174	180	186	186	192	198	204	210	210	216	222	228	

Figura 9 - Análises do MRP, Condimentos, nível 02

Fonte: autores (2019)

O estoque deve possuir saldo zero para o período 13, aguardando uma nova necessidade bruta (demanda) para que o processo possa ser repetido. A necessidade líquida precisa sempre ser zerada, caso não seja sabe-se que a empresa precisará realizar a compra ou a fabricação do produto para atender a demanda.

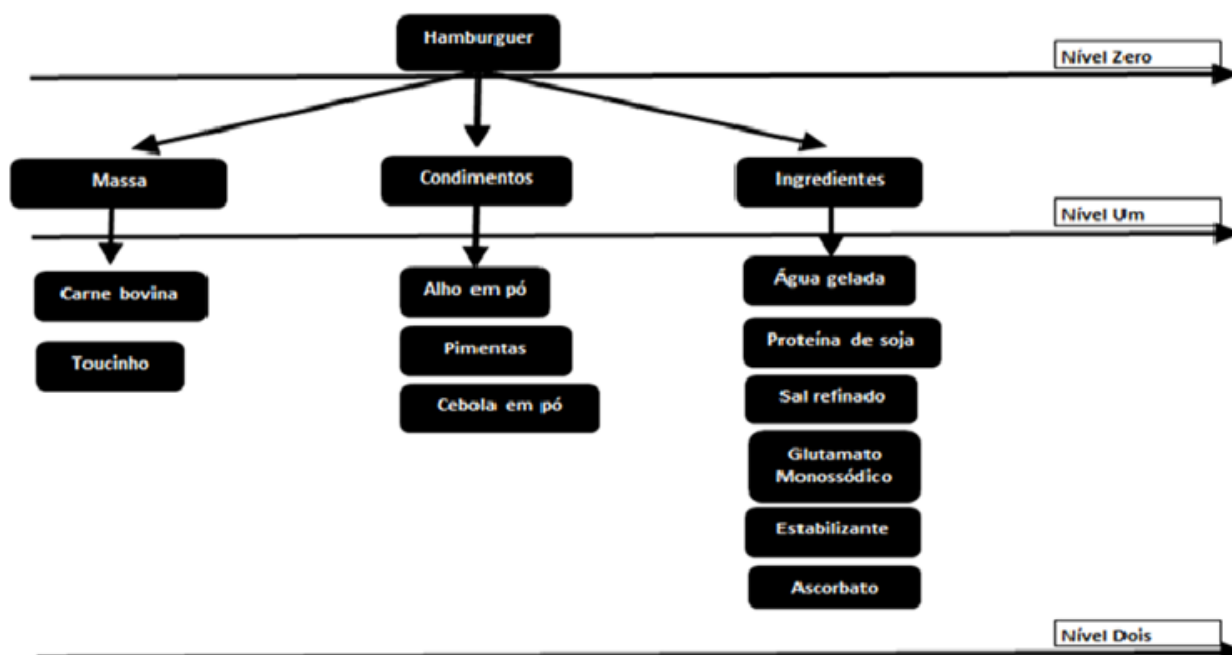


Figura 10 - Árvore de produto

Fonte: autores (2019)

Na Figura 10 pode-se analisar a árvore do produto para a produção de hambúrguer. A BOM (*Bill of Material*), como costuma ser chamada a estrutura de produtos, é onde são listados todos os componentes, montagens e sub montagens de um produto, assim como as relações de precedência, relações “pai – filho” entre componentes.

5. AVALIAÇÃO DA SIMULAÇÃO PELOS PARTICIPANTES

Após a aula prática foi realizada uma pesquisa com os participantes para que estes expressassem sua opinião quanto ao método aplicado. A pesquisa foi realizada por meio de um formulário com questões dissertativas, com o objetivo de avaliar alguns itens como o conteúdo das atividades e recursos didáticos disponíveis, todavia, o objetivo principal da pesquisa foi obter resultados referentes ao modelo de ensino através de simulação.

Segundo os entrevistados, os conteúdos das atividades possuem grande relevância para sua formação. De acordo com os alunos, estudar sobre gestão da produção e não estudar PCP e MRP seria algo muito vago, pois é necessário planejar e controlar a produção para tomar decisões corretas ao processo e necessidade da indústria, além de ser uma das principais ferramentas do curso.

O método proporcionou aos alunos fácil compreensão do conteúdo. Apresentou o passo a passo da execução do PCP em conjunto com o MRP, os alunos relataram que a didática do professor foi fundamental para o real aprendizado. Os laboratórios utilizados durante a execução foram essenciais ao processo, o laboratório de alimentos proporcionou aos alunos um dia de produção “industrial” com o correto acompanhamento do processo produtivo.

As maiores dificuldades relatadas foram em relação à compreensão das planilhas, tabelas e a correta utilização das fórmulas, porém após realizarem as demais aplicações tornou-se fácil preencher as planilhas além de entender o objetivo do PCP auxiliado pelo MRP. Dificuldades referentes à tomada de decisão também foram relatadas, pois para que esta fosse correta, informações complementares a produção deveriam ser analisadas como estoque, dias trabalhados e se a demanda seria atendida corretamente, exigindo maior atenção durante a execução para que a escolha fosse viável à produção.

A dinâmica de ensino foi considerada importante para agregar conhecimento aos acadêmicos, proporcionando a melhor compreensão e assimilação do conteúdo com uma produção. Ao terem contato com os dados históricos da empresa e um pouco mais de prática os alunos conseguiriam aplicar seu conhecimento adquirido durante a aula teórica e prática. Por fim, os alunos acreditam que este método deve ser adotado nas demais IES para que possibilite aos acadêmicos uma atuação mais proativa ao se deparar com uma situação real durante suas vidas profissio-

nais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Antes da finalização do curso, é pouco provável que os alunos apresentem raciocínio sistêmico necessário à interpretação de problemas existentes nas empresas em geral, pois este presenciou aulas teóricas, carregadas de conteúdo, cansativas que desestimulam o aluno e este percebe pouca relação entre a teoria e a prática. Sendo pouco provável que o raciocínio sistêmico seja obtido automaticamente após a conclusão das disciplinas. O estágio supervisionado, que poderia suprir essa deficiência, poucas vezes cumpre tal papel, pois grande parte dos estagiários não executam tarefas que realmente contribuiriam para o seu aprendizado.

A utilização de técnicas de ensino baseadas na simulação de produção apresentam bons resultados quanto ao desenvolvimento intelectual dos participantes, proporcionando melhor entendimento da teoria utilizando a simulação como aplicação prática do conteúdo, facilitando a assimilação de conceitos que serão aplicados ao longo de sua vida profissional. Mas prever as reações dos participantes à proposta de aula ainda é uma dificuldade ao se preparar e realizar as simulações, onde alguns alunos podem apresentar aversão ao método adotado devido à falta de interesse ou motivação. Devido a esse fator, fica evidente a importância de promover outras simulações ao longo da formação, a fim de obter maior participação, proporcionando experiência com a metodologia e visando melhores resultados.

Os acadêmicos que participaram da simulação reagiram de forma evolutiva ao longo da dinâmica, encontrando alternativas para resolver os problemas apresentados, utilizando os conhecimentos e ferramentas, adquirido ao longo de sua formação para tornar a produção enxuta, mantendo o foco no cliente e na redução de desperdícios, demonstrando a assimilação desses conceitos ao longo da simulação, ao final desta é muito importante promover o debate entre os participantes quanto aos resultados obtidos, pois, a partir destas discussões que se agrega conhecimento aos alunos, promovendo a análise da situação, instigando o desenvolvimento e o raciocínio sistêmico que somente a experiência proporcionaria.



REFERÊNCIAS

- ALTHOFF, T.; COLZANI, T. A. & SEIBEL, S. **A dinâmica da montadora de canetas - uma simulação baseada em jogos de empresas no ensino da engenharia de produção**. In: XXIX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2009.
- DAVIS, M. M., AQUILANO, N. J., & Chase, R. B. (2001). **Fundamentos de Dirección de Operaciones** (3. ed.). McGraw-Hill, Interamericana de España, S.A.U.
- DAVIS, C., & WILCOCK, E. (2012). **Teaching Materials using Case Studies . UK Centre for Materials Education**. Recuperado em 15 de maio de 2013, de <http://www.materials.ac.uk/guides/casestudies.asp>.
- GODOY, A.S. & CUNHA, M.A.V.C. **Ensino em Pequenos Grupos**. In: MOREIRA, D. A. (org.), Didática do ensino superior: técnicas e tendências, São Paulo, Pioneira, 1997.
- GRAMIGNA, M.R.M. **Jogos de Empresa**. São Paulo, Makron Books, 1993.
- KALLÁS, D. **A Utilização de Jogos de Empresas no Ensino da Administração**. In: VI SEMEAD - Seminários em Administração, VI, 2003.
- MARTINS, R. **Planejamento das necessidades de materiais - MRP**. Blog da Qualidade, 2013. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/planejamento-das-necessidades-de-materiais-mrp/>; Acesso em: 25 abr. 2019.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 1998.
- SAUAIA, A. C. A. **Satisfação e Aprendizagem em Jogos de Empresas: Contribuições para a Educação Gerencial**. São Paulo, FEA-USP, Tese de Doutorado, 1995.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3ª Edição. São Paulo: Atlas, 2009.
- TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e controle da produção**. 2ª Edição. São Paulo: Atlas, 2000.
- TUBINO, D & SCHAFRANSKI, L.E. **Simulação Empresarial em Gestão da Produção**. Manual de Simulação. Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- WANKAT, P. C., & OREOVICZ, F. S. (1993). **Teaching Engineering . New York**: McGraw-Hill.



IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA KAIZEN DIÁRIO NO NÍVEL OPERACIONAL DA ORGANIZAÇÃO DE UMA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

IMPLEMENTATION OF THE DAILY KAIZEN METHODOLOGY AT THE
OPERATIONAL LEVEL OF THE AUTOMOTIVE INDUSTRY ORGANIZATION

Carolina Seixas Ático
Daniela Bramont Pato
Paloma Queiroz da Silva
Vaner Prado

Resumo

De tanto ouvir falar sobre a necessidade de obter e manter a competitividade perante o mercado, nascia nas empresas uma necessidade de renovação e busca por soluções criativas, a fim de se manterem em vantagem. Desta forma, o Sistema Toyota de Produção ganhou seguidores fiéis com a incessante orientação de implantar O *Lean Manufacturing* em todas as dimensões de negócios da empresa. O presente artigo visa mostrar a análise e alguns resultados da implantação da ferramenta Kaizen Diário em uma indústria. A partir de estudos, o trabalho propõe uma saída criativa e inovadora com ingredientes da orientação *Lean* para tornar a empresa com o fluxo de valor agregado e uma gestão enxuta de excelência.

Palavras Chaves: Lean Manufacturing, Sistema Toyota, Kaizen, Ferramenta.



1. INTRODUÇÃO

A atenção das organizações voltadas para índices que apontam prejuízos ou desperdícios nas empresas não é uma prática recente. Fatores como a baixa produtividade, alto custo com estoque, superprodução, retrabalhos e outras perdas têm sido o foco dos projetos de melhoria, visando um sistema mais enxuto dentro das corporações.

A mentalidade enxuta é uma orientação com o intento de agregar valor, realizar atividades sem interrupções, transformar o processo para que seja cada vez mais eficaz e confiável, reduzir recursos aumentando a produtividade e tornar o trabalho cada vez mais satisfatório. Desta forma, o presente artigo foi elaborado para mostrar o desenvolvimento de uma ferramenta do *Lean Manufacturing* dentro de uma empresa do setor automotivo.

O *Kaizen* Diário é uma das ferramentas do sistema *Lean Manufacturing*, considerada a mais importante para sustentar uma cultura *Lean* dentro da organização, e hoje está presente em diversos ramos como indústria, varejo, serviço e saúde. Nesse artigo, o *Kaizen* Diário será abordado no cenário industrial no setor automotivo. A palavra *Kaizen* vem do Japonês e significa “melhoria contínua”, isto é, a mudança diária para melhor.

Dentro desse contexto, o conceito do *Lean* transformou o estudo para aplicação da gestão enxuta como uma mudança no modo de pensar da organização e dos processos. Portanto, buscou-se reunir informações e dados para a implantação da ferramenta de melhoria contínua diária.

O propósito surgiu da necessidade de soluções para problemas no nível operacional de fábrica, para indicadores fora do objetivo, sugestões e execuções de melhorias que partissem dos operadores. O desafio é implantar uma nova forma de gerenciamento a partir do time de base até o último nível da fábrica, sem que houvesse nenhuma crise ou motivo de urgência para a mudança da mentalidade. Segundo Erin Urban (2014) os itens essenciais para uma mudança na orientação são: envolvimento da liderança, aprendizado e dinâmicas culturais.

Este estudo pretende analisar a implantação da estratégia *Lean* nas empresas, a fim de obter um sistema mais enxuto. Além disso, a relevância desse artigo contribui diretamente para estudos sobre a ferramenta *Daily Kaizen*.



2. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Este trabalho foi realizado na empresa BENTELER Automotive, em uma de suas plantas localizada no município de Camaçari-BA, região metropolitana de Salvador. A BENTELER Automotive em Camaçari atua no setor automotivo, especializada em produzir chassis e na montagem de módulos de carros.

2.1 Origem e fundação

A BENTELER é uma empresa familiar, em sua quarta geração. Nasceu na Alemanha na cidade de Bienfield em 1876. Pelo seu tempo de estrada, é notório que se trata de uma empresa tradicional, com espírito pioneiro e traz com ela um grande histórico de conquistas e avanços no ramo. A partir da linha do tempo a seguir (Quadro 01), fica ainda mais fácil entender como a BENTELER conquistou o espaço no setor automobilístico.

Quadro 01 - História da BENTELER

1876	Carl Benteler abre uma loja de ferramentas em Bienfield.
1916	Planta de engenharia alocada em Bienfield.
1918	Primeira produção de tubos desenhados.
1955	Fabricação do próprio Aço.
1977	Primeira fabricação de eixos automotivos em Paderborn (Alemanha).
1996	Inauguração da Benteler em Camaçari.
1999	A Benteler se torna uma <i>holding</i> .
2011	Entre 1999 e 2011 a Benteler se expandiu ao redor do mundo e conta com plantas industriais em todos os continentes.
2016	Benteler inaugura sua 10ª planta na Ásia.
Hoje	A empresa continua focando em inovação e progresso.

¹Fonte: Website da BENTELER (2018)

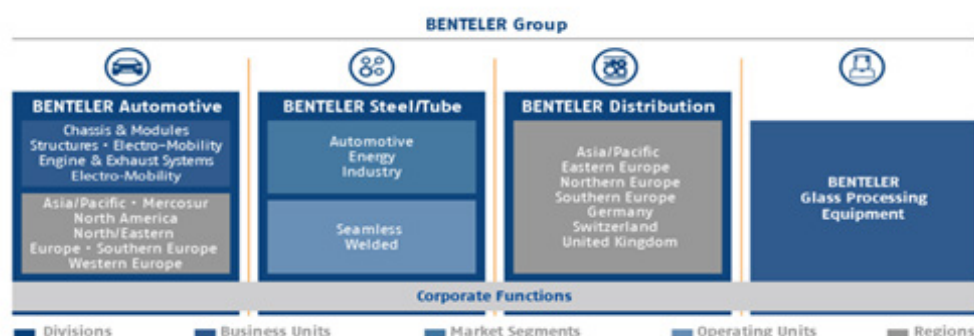
2.2 Modelo de negócios

A BENTELER hoje possui quatro divisões de modelo de negócio, expostos na Figura 01, sendo elas a Automotiva, Aço e Tubo, Processamento de Vidro e Distribuição. Dentro da BENTELER Automotive, existem unidades de negócio como Módulos e Chassis, Motor e Sistema de exaustão, Estruturas, Mobilidade Elétrica, Engenharia Mecânica e Processo de Moldagem Quente. O estudo presente foi realizado na BENTELER Automotive, na unidade de Módulos e Chassis.²

1 História da Benteler. Disponível em: <https://www.benteler.com/about-us/tradition-and-history/>

2 Divisão da BENTELER. Disponível em: <https://www.BENTELER.com/divisions/>

Figura 01- Organização dos modelos de Negócio da BENTELER



³Fonte: Website da BENTELER (2018)

O foco na eficiência do automóvel por meio da segurança e dinâmica do veículo oferecido pela unidade de negócios de Módulos e Chassis da BENTELER Automotive e seu amplo portfólio de produtos e montagem, garantem à empresa o pioneirismo e qualidade nesse ramo. Dessa forma, a mentalidade *Lean* se torna ainda mais necessária no negócio e principalmente no chão de fábrica.

Admitindo-se que o setor automotivo está em constante evolução, a BENTELER o acompanha pelo principal motivo de seus clientes serem grandes montadoras automobilísticas. A partir de então, a BENTELER desenvolveu o BOSLE 2.0 (*BENTELER Operational System Lean Enterprise 2.0*) com o intuito de desenvolver a forma de pensamento *Lean* através de ferramentas como o *Kaizen* Diário desde o chão de fábrica até a liderança.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico serão discutidas conceitualmente as principais categorias que compõem o trabalho: STP (Sistema Toyota de Produção), Lean Manufacturing e Ferramentas Lean.

3.1 Sistema Toyota de Produção

Com o intuito de proporcionar a melhor qualidade, o menor custo e um *lead time* reduzido através da eliminação do desperdício, surgiu no Japão após a segunda guerra Mundial o Sistema Toyota de Produção. Por necessidade de reestruturação do país e por não possuir os recursos necessários para uma produção em massa, conceito propagado por Henry Ford que, para garantir uma redução significativa dos custos unitários, utilizando a produção em massa, especialização e divisão do trabalho, teriam que trabalhar com altos níveis de estoque e lotes de

³ Organização da BENTELER. Disponível em: <https://www.BENTELER.com/BENTELER-at-a-glance/organization/>

produção. E como destacado por Ghinato (1996)⁴, com o objetivo de produzir com o mínimo de perdas possíveis, a Toyota passou a fabricar apenas a demanda dos clientes, sempre em lotes pequenos, opondo-se a filosofia ocidental de fabricar lotes com grandes quantidades.

De acordo com Shingo (1996)⁵, o STP (Sistema Toyota de Produção) tem como objetivo promover uma movimentação harmônica dos materiais durante a linha de produção, produzindo os segmentos nos momentos e nas quantidades em que são necessários. Porém, para a ocorrência do mesmo, a comunicação na linha de produção deve transcorrer de forma eficiente. Já para Ohno, criador do sistema, o sistema pode ser resumido como “produzir nas quantidades certas e no momento em que as partes são necessárias” (OHNO, 1994, p.22)⁶

No final da década de 50, a fábrica da *Toyota Motor Corporation* já realizava em três horas, processos que em outras fábricas, poderiam levar um dia, sendo possível aumentar significativamente sua produção, e consequentemente seus lucros.

3.2 Lean Manufacturing

Lean é uma orientação de gestão inspirada em práticas e resultados do Sistema Toyota e está diretamente ligado a ele. O termo *lean* foi popularizado no livro “A Máquina que Mudou o Mundo” de Womack et al. (1992)⁷. Segundo Ghinato (1996), o *Lean Manufacturing* é referenciado como “sistema de produção enxuta”. Os princípios de LM (*Lean Manufacturing*), obtiveram destaque na década de 1980 com a difusão dos resultados de um amplo estudo sobre a indústria automobilística mundial conduzido pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) que teve como base as práticas gerenciais e os programas de melhorias utilizados por empresas líderes de mercado na cadeia de produção automotiva. O estudo mostrou que os princípios proporcionavam diferenças significativas em relação à produtividade, desenvolvimento de produtos, qualidade e explicava o sucesso da indústria japonesa na época, e assim contribuindo para geração de competitividade (WOMACK; JONES; ROOS, 2001). Womack expôs os principais fundamentos responsáveis por este desempenho superior e produção enxuta, porque os métodos de negócio japoneses tinham como base eliminar os desperdícios e assim poupar: esforço humano, investimento de capital, instalações, estoques e tempo, na fabricação, desenvolvimento de produtos, fornecimento de peças e relações com os clientes, além disso, que o processo avance sem desvios, sem retornos, interrupções, esperas ou refugos.

4 GHINATO, Paulo. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time

5 SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção

6 OHNO, T. Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala

7 WOMACK, J. E JONES, D., ROOS, D. A máquina que mudou o mundo. 14. ed.

3.3 Ferramentas *Lean*

A mudança de uma cultura não é uma tarefa fácil, por isso, o *Lean* leva junto a ele uma grande quantidade de ferramentas que se tornarão a maior aliada de uma empresa interessada na implementação da cultura.

O *Lean Manufacturing* abraça uma boa quantidade de ferramentas, todas com a intenção de tornar o sistema sem desperdícios e oferecer grandes melhorias na organização. A implantação dessas ferramentas precisa ser condizente à realidade da empresa e estarem atreladas aos objetivos da mesma.

No vigente artigo, foram separadas as principais ferramentas⁸ e listadas no Quadro 02:

Quadro 02 – Principais ferramentas do *Lean Manufacturing*

<i>Muda</i>	O Muda visa eliminar os sete desperdícios para agregar maior valor ao processo.
<i>Kanban</i>	São cartões que sinalizam a retirada de um material da produção, o que significa que o mesmo precisa ser repostado.
<i>Heijunka</i>	Utilizada para o nivelamento da produção. Isto é, nivelar o mix de peças produzidas com o objetivo de deixar o processo mais estável e com melhor controle de qualidade.
<i>Poka Yoke</i>	É um dispositivo à prova de erros que consiste em evitar falhas durante o processo.

⁹Fonte: <https://gestaoindustrial.com/lean-manufacturing/>

3.3.1. Kaizen Diário

Um conceito de muito valor na manufatura enxuta é a melhoria contínua, também conhecida como *Kaizen*, é considerada como um fator de sucesso para os processos de produção dos japoneses. O sistema de produção japonês é baseado no conceito de encorajamento de mudanças e aperfeiçoamentos constantes nas operações realizadas diariamente. A Produção Enxuta tem como objetivo melhorar processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios.

O *Kaizen* é um sistema com base em reuniões diárias que visa utilizar um conjunto de ferramentas para a melhoria e manutenção das condições de trabalho e envolve todas as pessoas e a criatividade delas todos os dias e em todos os locais a fim de melhorar o seu próprio trabalho. Isso não só ajuda os funcionários em relação ao bem-estar e melhoria nas equipes de trabalho, mas também a própria organização que ganha muito com tudo isso e mantém seus processos mais eficientes.

A medida que essas práticas se tornam normais e corriqueiras, as melhorias de desempenho são muito claras, onde se cria um *feedback* positivo que promove o processo de mudança cultural.

8 Ferramentas Lean. Disponível em: <https://gestaoindustrial.com/lean-manufacturing/>

9 Ferramentas Lean. Disponível em: <https://gestaoindustrial.com/lean-manufacturing/>



Pettersen (2009)¹⁰ identificou, por exemplo, que 100% dos autores revisados concordam que fazem parte do *Lean* as práticas JIT¹¹ (*heijunka*, produção puxada, produção no *takt time*¹² e sincronização dos processos), a redução de recursos (redução de lotes, eliminar perdas, *setups*, inventários, *lead time*¹³), as estratégias de melhoria (*kaizen* e círculos de melhoria) e controle de defeitos (automação, *poka yoke*, inspeção 100% e *andons*¹⁴). O *Kaizen* Diário é uma rotina que tem como finalidade aproximar essas práticas no dia a dia da equipe.

4. METODOLOGIA

A pesquisa possui natureza exploratória e a estratégia utilizada foi o estudo de caso¹⁵, de forma que o propósito da pesquisa é explorar situações reais, descrevendo o contexto em que está inserida e construir hipóteses, permitido o conhecimento mais detalhado do objeto em estudo. O método de análise a ser utilizado, será baseado no comparativo e com as análises dos dados obtidos através do instrumento da observação, tendo por intuito a melhoria da cultura *Lean* na área de produção da empresa em questão.

Visa-se atingir o objetivo principal, analisar a implantação da metodologia *Kaizen* Diário no nível operacional da organização de uma indústria automotiva, tendo alguns objetivos específicos requeridos, tais como: a) treinar o time de colaboradores na ferramenta *Kaizen* Diário e na mentalidade *Lean*; b) analisar as atividades que serão realizadas pelo líder do time e se de fato essas atividades agregam valor; c) gerar resultados a partir da aderência do time e engajamento; d) padronizar e gerar indicadores de acompanhamento, a fim de garantir que o *Kaizen* Diário continue com a mesma força.

Para a implantação do *Daily Kaizen*, a empresa BENTELER Automotive definiu o passo a passo e recursos a serem utilizados, divididos em três etapas da seguinte forma:

-
- 10 Pettersen, J. (2009). Defining Lean production: some conceptual and practical issues
- 11 Just in Time (JIT) é um termo em inglês que significa “na hora certa” ou “no momento certo”
- 12 Termo que vem do alemão “Taktzeit” que significa ritmo. Na produção, significa produzir baseado no ritmo da demanda
- 13 Tempo necessário para se produzir um produto ou preparar um serviço.
- 14 Sistema de sons e um código de cores, para sinalizar para o operador a existência de alguma falha.
- 15 CARLOS GIL, Antonio. Como elaborar projetos de pesquisa. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175p.



I. Planta piloto

A empresa, que é subdividida em: América do Sul, América do Norte, África, Europa e Ásia, elegeu dentro de cada região uma planta piloto para executar o processo de implantação antes das demais. Dessa forma, a planta piloto ao final do projeto estará apta para treinar e contribuir com as boas práticas vivenciadas ao longo da implantação. A presente pesquisa foi realizada na planta da BENTELER Camaçari, uma das plantas piloto.

II. Consultoria externa

Para agregar valor e ser mais assertivo durante o processo de implantação da sistemática *Daily Kaizen*, a BENTELER optou por contratar uma empresa de consultoria externa, com experiência no mercado e nas ferramentas *Lean*. Dessa forma, o *Kaizen Institute* firmou parceria com a BENTELER para auxiliar na melhoria do desempenho e na adaptação do negócio à ferramenta *Lean* de forma sustentável. O foco do *Kaizen Institute*¹⁶, de acordo com o próprio website da empresa, está em “ajudá-lo a ajudar-se”.

III. Plano de ação

Após realizado os treinamentos pela empresa consultora, o passo seguinte é o planejamento das ações a serem executadas na área de produção, priorizando os itens mais urgentes e/ou com tendência de serem piorados com o tempo. Para a execução do plano de ação, foi utilizado a metodologia PDCA: Planejamento, execução, verificação e padronização.

As ferramentas *Lean* utilizadas pela empresa consultora, o *Kaizen Institute*, no processo de implantação foram desenhadas a partir das necessidades da BENTELER, combinadas com os pilares da melhoria contínua definidos pelo *Kaizen* (Figura 02).

16 Kaizen Institute, Disponível em: br.kaizen.com/consultoria/consultoria-kaizen-lean.html



Figura 02- Pilares da Melhoria Contínua

Modelo de Ferramentas para Implementação de uma Cultura de Melhoria Contínua



¹⁷Fonte: Website do Kaizen Institute

Para melhor observar e analisar os resultados do projeto, definiu-se que o foco do presente artigo seria na implantação e nos resultados do primeiro pilar da melhoria contínua: o *Daily Kaizen*.

De acordo com a consultora, o *Daily Kaizen* é uma metodologia do *Lean* a fim de envolver a equipe em práticas diárias como¹⁸:

- a) Acompanhamento do cumprimento de padrões de trabalho e qualidade;
- b) Identificação de potenciais melhorias;
- c) Resolução de problemas;
- d) Acompanhamento de indicadores de desempenho pelas equipes locais, para envolver mais a criatividade das pessoas.

O *Daily Kaizen*, por ser uma rotina diária, transforma essas novas práticas em hábitos, sustentando o novo processo de uma mudança cultural. Considerando o êxito da implantação da nova metodologia, pode-se trazer benefícios como:

- i. Alinhamento dos objetivos em toda a organização;
- ii. Melhor comunicação;
- iii. Criação de mecanismos de resolução rápida de problemas;

¹⁷ Idem, Disponível em: br.kaizen.com/home.html

¹⁸ Idem, Disponível em: [https://br.kaizen.com/consultoria/pequenas-melhorias-frequentes-\(kaizen-diario\).html](https://br.kaizen.com/consultoria/pequenas-melhorias-frequentes-(kaizen-diario).html)

- iv. Criação e manutenção de padrões pelas equipes locais;
- v. Minimização do impacto de tarefas não planejadas;
- vi. Suporte das melhorias realizadas nos projetos *Kaizen*;
- vii. Contribuição para a criação de uma cultura de Melhoria Contínua.

Para alcançar esses objetivos do projeto, se fez necessária a utilização de algumas ferramentas do *Lean Manufacturing* que passaram a fazer parte da rotina diária de toda a equipe envolvida, tais como: Kamishibai, Gemba Walk, PDCA, Trabalho Padronizado e 5s.

O *Kamishibai* é uma auditoria de verificação diária a partir de cartões que indicam a situação do processo auditado. Essa ferramenta é responsável por impedir falhas no sistema através das verificações regulares.

(...) as placas *Kamishibai* são usadas como controle visual para realizar auditorias dentro de um processo de fabricação. Uma série de cartões são colocados em uma placa e selecionados aleatoriamente ou de acordo com a programação por supervisores e gerentes da área. Isso garante que a segurança e a limpeza do local de trabalho sejam mantidas e que sejam realizadas verificações de qualidade (DOS SANTOS, Virgílio, 2017)¹⁹.

No sentido literal da palavra, o *Gemba* significa “vá e veja” ou seja, representa uma atitude de tomar decisões e resolver o problema indo até o local da falha para de fato entendê-lo e agir de maneira correta.²⁰

O Ciclo PDCA, como dito anteriormente, possui quatro etapas planejadas e recorrentes, sem um fim pré-determinado: a etapa de planejar (“*Plan*”), a etapa da execução (“*Do*”), a etapa de verificação (“*Check*”) e a etapa padronização (“*Act*”). De acordo com Martins (2005)²¹, a etapa do planejamento, caracteriza-se pela identificação do problema e estabelecimento de um plano de ação com base nos objetivos. A etapa de execução como seu nome propriamente diz, é o momento em que o plano de ação será executado. Em verificação, deve-se avaliar todas as ações realizadas na etapa de execução e validar se as ações realizadas foram de fato eficazes para a solução do problema em questão, por último, na etapa de agir e padronizar, acontece de forma corrigir eventuais erros ou falhas e padronizar a ação em outros processos que apresente a mesma necessidade.

19 DOS SANTOS, Virgílio, 2017. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/kamishibai-lean/>

20 Disponível em: [http://www.leanti.com.br/conceitos/12/O-que-e-Gemba-\(Genchi-Genbutsu\).aspx](http://www.leanti.com.br/conceitos/12/O-que-e-Gemba-(Genchi-Genbutsu).aspx)

21 MARTINS, P. Administração da Produção. Saraiva, 2005.



Segundo FARIAS et al.²² (2015, p. 4) a gestão da melhoria contínua tem duas funções principais: manutenção e melhoria. A manutenção faz com que as tarefas sejam executadas em conformidade com os procedimentos operacionais padrão. E a melhoria, refere-se às atividades voltadas para elevar esses padrões (apud IMAI, 2014). À vista disso, entende-se que a melhoria contínua está diretamente ligada a padronização, seja em seu ciclo PDCA ou em qualquer ferramenta *Lean*. Posto isso, surge o conceito de trabalho padronizado e sua importância. Por definição, o trabalho padronizado é estabelecer procedimentos precisos para os processos, e traz como benefício a documentação dos métodos e técnicas atuais para todos os turnos de trabalho, reduções na variabilidade entre os colaboradores, facilidade no treinamento de novos operadores, redução de ocorrências relacionadas à qualidade e segurança e uma base comum para as atividades de melhoria.²³

Os conceitos de padronização já existiam nas fábricas japonesas na década de 50 quando Karou Ishikawa colocou a importância dos 5 sentidos:

- a) *Seiri* – Senso de utilização
- b) *Seiton* – Senso de organização
- c) *Seiso* – Senso de limpeza
- d) *Seiketsu* – Senso de padronização
- e) *Shitsuke* – Senso de disciplina.

Que por sua vez, continuam sendo práticas extremamente importantes e presentes nas empresas.

Os 5S exigem um investimento focalizado de nosso tempo (...) para fornecer uma recompensa difusa em algum momento posterior, talvez muito mais tarde. Assim, os 5S devem ser construídos diretamente no trabalho padronizado até um ponto em que não realizar o ciclo 5S no momento certo parece tão estranho como não instalar uma peça em um produto de uma linha de montagem ou ignorar uma etapa de codificação no desenvolvimento de *software*” (WOMACK, James, 2018)²⁴.

22 FARIAS, Camila et al. MELHORIA CONTÍNUA: UMA ABORDAGEM DA QUALIDADE NA ÁREA DE CLASSIFICAÇÃO FINAL, NUMA INDÚSTRIA DE LOUÇAS SANITÁRIAS, Fortaleza, 2015, p. 4

23 LEAN INSTITUTE BRASIL. TRABALHO PADRONIZADO, Disponível em: <https://www.lean.org.br/conceitos/126/o-que-e-trabalho-padronizado.aspx>

24 WOMACK, James. JAMES WOMACK NOS DÁ ALGUMAS DICAS SOBRE COMO SUSTENTAR OS 5S. Disponível em: <https://www.lean.org.br/artigos/547/james-womack-nos-da-algumas-dicas-sobre-como-sustentar-os-5s.aspx>

A utilização da ferramenta 5s, oferece à empresa resultados benéficos como o aumento da qualidade do produto ou serviço e da produtividade, fornece a base necessária para implementar outros programas de qualidade, facilita a detecção de erros, objetos fora do lugar e outros problemas que precisam de atenção, previne acidentes, melhoria do ambiente de trabalho, melhoria da qualidade de vida e outras vantagens.²⁵

Com a aplicação das ferramentas citadas ao longo da metodologia, será analisada a implantação do *Daily Kaizen* levando em consideração os ganhos propostos por cada ferramenta e se foram capazes de resultar uma melhoria significativa na BENTELER Automotive.

5. PROCESSO ENCONTRADO

Conforme exposto no tópico da caracterização da empresa, nota-se que a BENTELER cresceu muito ao longo dos anos. Isso se deu devido à incessante busca de novas soluções, conceitos, estudo de *benchmarking*²⁶ e análise de mercado que manteve a companhia em vantagem competitiva.

Antes do conceito do *Daily Kaizen* chegar à BENTELER, o foco na melhoria contínua já existia a nível administrativo, isto é, os engenheiros e analistas eram responsáveis pela execução de projetos para a melhora de indicadores produtivos. Havia o programa mensal “*Kaizen*” e “*Dê Sua Ideia*”, no qual os setores da qualidade, produção, processos, logística e manutenção enviavam ideias de melhoria implantadas durante o mês. Entretanto, dificilmente esses programas e práticas envolviam o time operacional.

O cenário encontrado na companhia antes da implantação era de baixa comunicação entre o time gerencial e operacional, não havia uma cadeia de ajuda estabelecida e padronizada para a resolução de problemas, o time operacional não tinha autonomia e proatividade para executar ações de melhoria na linha de produção, além de que eles não tinham um espaço para a discussão de resultados dos indicadores, de problemas e para sugerir melhorias.

O organograma da empresa à nível de chão de fábrica, não contemplava um líder de time para cada linha de produção. Havia um preparador de máquinas que atuava como líder, mas o mesmo não tinha uma rotina padronizada, as atividades de 5s não eram fortemente estabelecidas e não haviam verificações diárias para garantir a qualidade do produto e do processo. O líder, antes do *Daily Kaizen* pas-

25 5S Disponível em: <https://certificacaoiso.com.br/5s/>

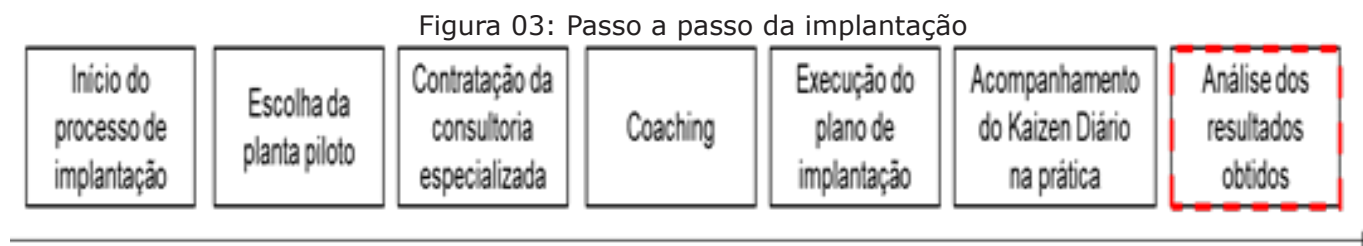
26 “Ponto de Referência”. Trata-se um minucioso processo de pesquisa que permite aos gestores compararem produtos, práticas empresariais, serviços ou metodologias usadas pelos rivais, absorvendo algumas características para alçarem um nível de superioridade gerencial ou operacional. Disponível em: <https://endeavor.org.br/estrategia-e-gestao/benchmarking/>



sava muito mais tempo operando uma máquina do que de fato gerenciando o time e garantindo a melhoria de sua linha.

6. RESULTADOS OBTIDOS

Ao longo do artigo, foi desmembrado o passo a passo da implantação da metodologia *Kaizen* Diário conforme na Figura 03 abaixo:



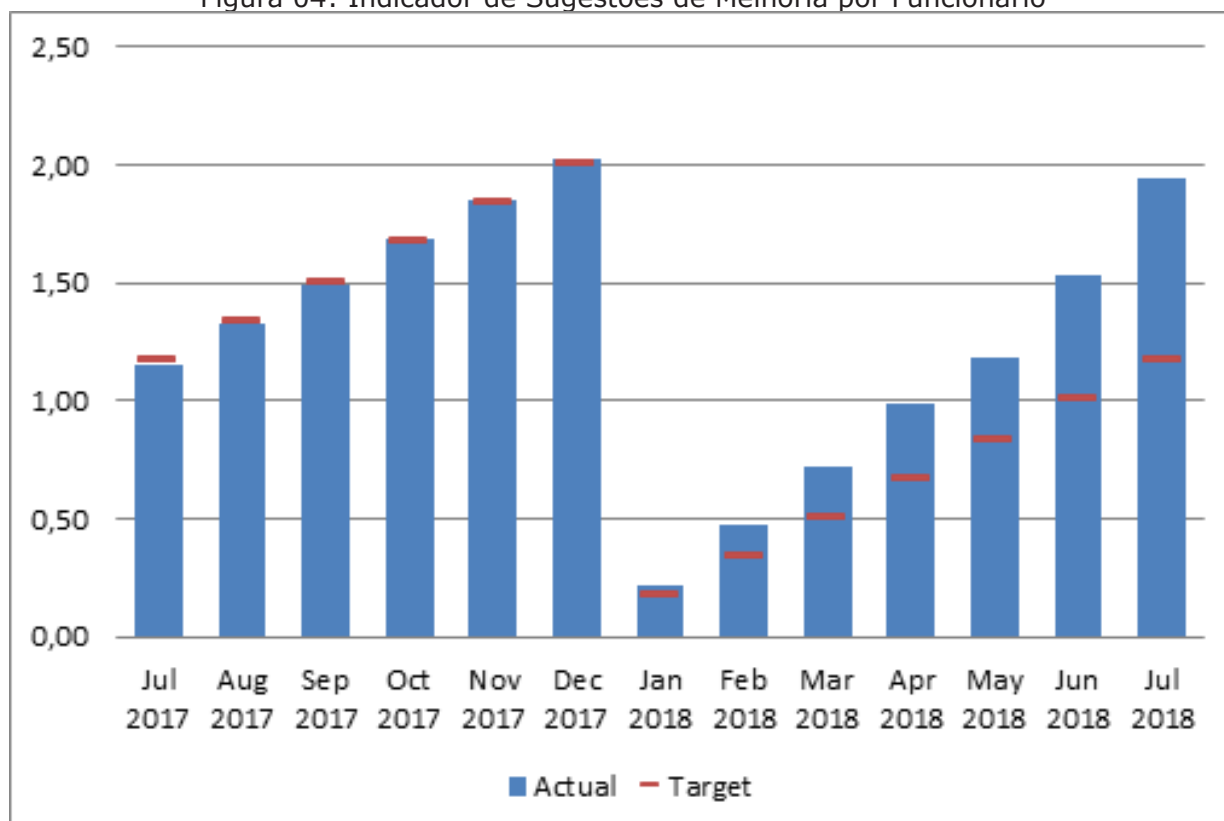
Fonte: Autores (2018)

Os ganhos obtidos superaram as expectativas de todos os gestores e deu ao time operacional a autonomia para participar ativamente dos resultados da fábrica. De longe, o engajamento de todos os envolvidos tem sido a melhor consequência da nova metodologia, uma vez que cada linha de produção passou a ter um líder focado no gerenciamento e desenvolvimento do time e nas melhorias da linha e dos processos.

Contudo, nas primeiras fases da implantação os funcionários apresentavam uma certa resistência às mudanças, existia uma desconfiança e descrença na metodologia e poucas pessoas acreditavam na possibilidade de sucesso. O pensamento era de que as alterações ou redefinição dos métodos de trabalho que utilizavam há algum tempo não iriam apresentar melhoras nos resultados, e por isso, apenas encontravam dificuldades nas mudanças e consequentemente adiavam a implementação de novos métodos. A realização de melhorias sem que os colaboradores envolvidos acreditassem nelas, tornavam a implantação evidentemente mais difícil. No entanto, com o apoio e persistência da gestão administradora através do constante envolvimento com os operadores nos seus postos de trabalhos, os obstáculos foram ultrapassados, desenvolvendo-se um ambiente de motivação, confiança e melhorias.

Apesar das dificuldades com as mudanças, o indicador que melhor demonstra as evoluções provenientes do *Daily Kaizen* tem sido o índice da quantidade de ideias de melhoria sugeridas pelos funcionários (Figura 04). Com o acompanhamento diário, surgiram mais ideias com foco em ergonomia, entrega, produtividade, organização e motivação.

Figura 04: Indicador de Sugestões de Melhoria por Funcionário



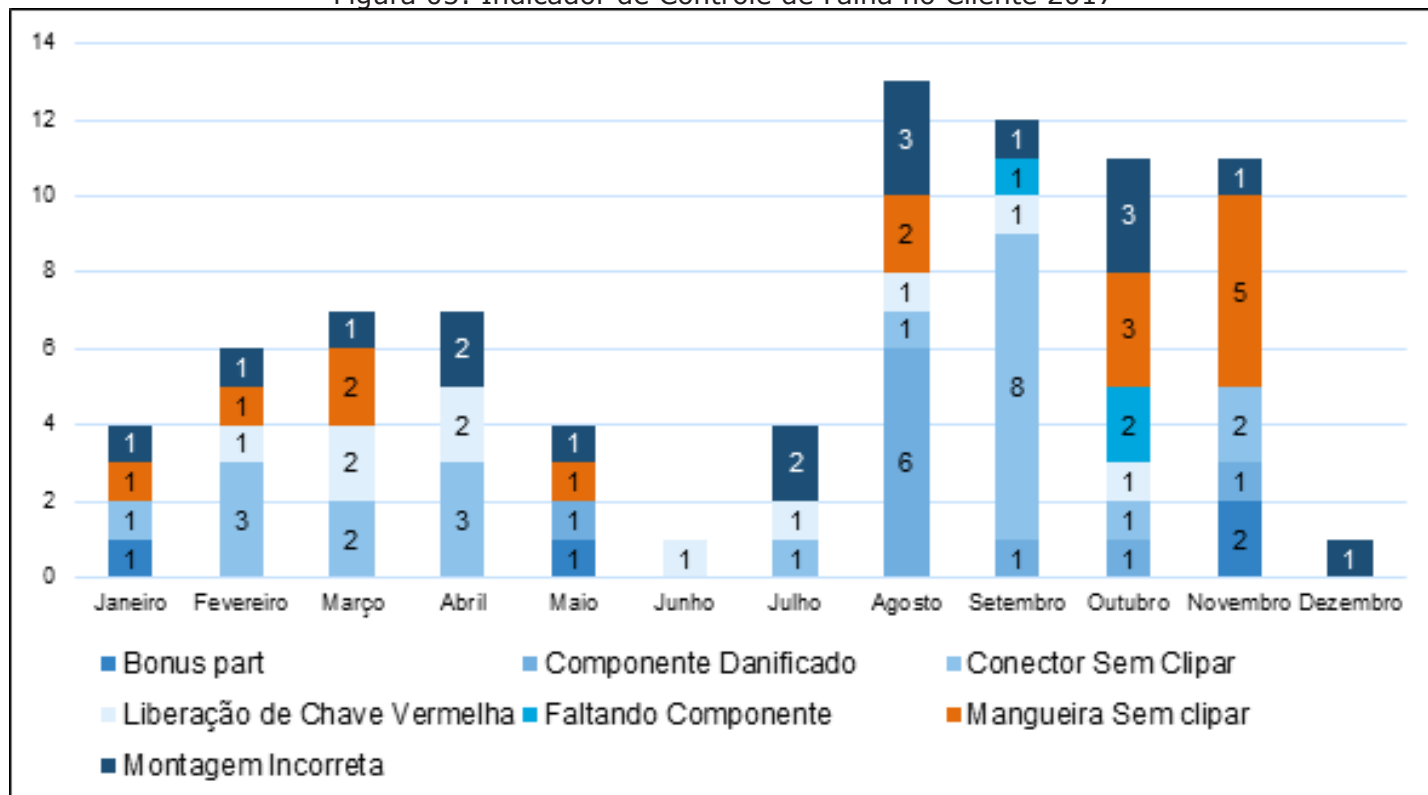
Fonte: Dados BENTELER (2018)

Ao analisar o indicador, nota-se que apesar do objetivo ter se mantido o mesmo em 2017 e 2018, em julho o resultado já se aproxima do valor que a empresa fechou o ano em 2017. Dessa forma, acredita-se que em 2018 o resultado será o dobro do ano anterior. Isso gerou novas soluções para a empresa, engajamento de todas as áreas envolvidas e o foco na melhoria contínua como parte do cotidiano.

A reunião diária do *Daily Kaizen* aborda pontos como segurança, qualidade, entrega, 5s, sugestões de melhoria e ocorrências importantes do turno anterior. Desse modo, todos os indicadores correlatos a esses pontos apresentam uma melhoria contínua quanto ao resultado. Como por exemplo o indicador de controle de falha no cliente.

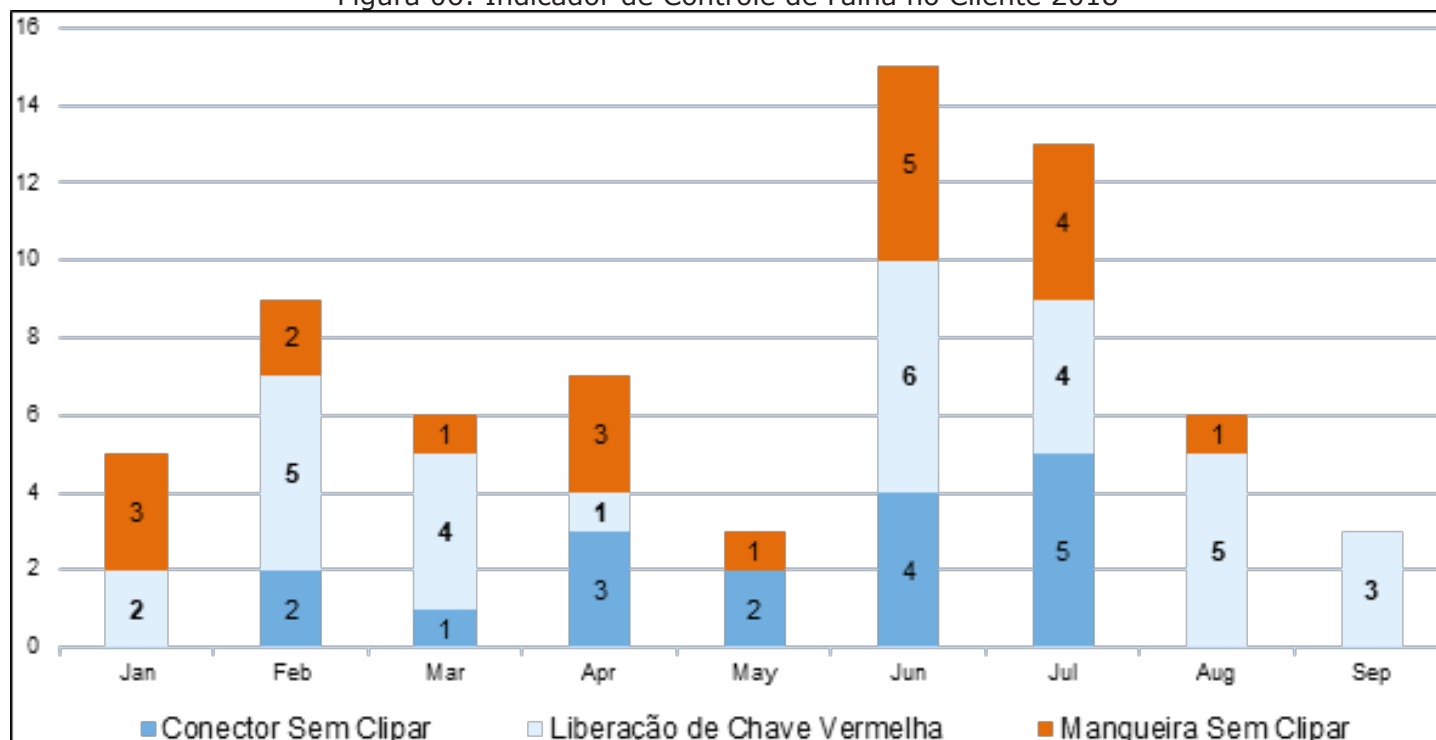
Para analisar melhor o indicador de controle de falha no cliente, considerou-se apenas uma das linhas de montagem da BENTELER. Conforme evidenciado na Figura 05, o gráfico da linha do motor em 2017 apresenta um total de 7 tipos de falhas diferentes identificadas durante o ano, e uma média de 6,75 falhas por mês.

Figura 05: Indicador de Controle de Falha no Cliente 2017



Fonte: Dados da BENTELER (2018)

Figura 06: Indicador de Controle de Falha no Cliente 2018



Fonte: Dados da BENTELER (2018)

Em 2018 o índice de quantidade falhas diferentes caiu de 7 para 3, e com uma média de 7,44 falhas por mês até setembro, exposto na Figura 06. Nos meses de Junho e Julho, a BENTELER lançou um novo modelo de motor, por essa razão os valores aumentaram significativamente. Desconsiderando os valores no período de lançamento de novos produtos, a média de falha por mês diminuiu de 6,75 para

4,33.

Além das melhorias em indicadores, pode-se notar evoluções no dia a dia da fábrica como um todo, como a quantidade de projetos de melhoria contínua, exibidos na Figura 07 a seguir.

Figura 07: Tabela da quantidade de projetos de melhoria contínua

Quantidade de projetos em 2017 (total)	Quantidade de projetos no 1º semestre de 2018	Quantidade de projetos no 2º semestre de 2018
12	13	19

Fonte: Dados da BENTELER

O *Kaizen* Diário difundiu também a ferramenta *Kamishibai*, que conduz auditorias de verificação do processo, produto e da área de trabalho a fim de garantir a qualidade e bom funcionamento dos mesmos. Além do *Kamishibai*, a nova metodologia promoveu a prática do 5s através de auditorias semanais e conscientização da equipe, o que resultou em um excelente aspecto nas linhas de produção.

As auditorias de 5s acontecem com base em uma lista de verificação para manter e melhorar os padrões, que antes da implantação do *Kaizen* Diário, em 2017, não havia sido feita nenhuma auditoria. Em 2018, até o momento já foram realizadas mais de 260 auditorias de 5s a qual obedece um cronograma planejado.

Primeiramente, não tem jeito de mudar sem melhorar, e foi assim que a *Daily Kaizen* chegou, creio que não tivemos só uma evolução, mas uma revolução em todos aspectos operacionais, pois hoje fazemos gestão na íntegra, cada coisa em seu lugar da forma que o conceito de padronização prega, logo, quando todos conhecem as rotinas e os padrões de trabalho, é possível observar melhorias na produtividade. Essa metodologia promoveu mudanças e melhoria significativa na eficiência operacional dos operadores, o aspecto positivo da fábrica é notório. Hoje, todo time operacional tem a sua participação não só na resolução de cada problema, mas em melhorar o ambiente de trabalho, com ideias de melhorias. Então mesmo sem ter problemas, o operacional entra com essas ideias de melhorias em lugares ou coisas que vemos que está bom, mas, podemos melhorar. Uma organização que resolve problemas com todo o time em participação ou melhora o ambiente com ideias, é uma organização com o máximo de expectativas positivas e um futuro altamente promissor L.M. (*Líder de Time – BENTELER, 2018*).

A metodologia do *Kaizen* Diário promoveu bons resultados não só em indicadores quantificáveis, como também na rotina dos funcionários da empresa.



7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As organizações estão cada vez mais voltadas para os altos níveis de desperdícios e tem despendido muito esforço em diversos projetos que visam essas melhorias ou apenas sua redução. Os prejuízos são altos e tem se tornado muito comuns, desta forma, torna-se cada vez mais necessário a aplicação de medidas que de fato venham a trazer um sistema enxuto dentro das organizações.

Nesse sentido, a metodologia Kaizen Diário que é rica em eficiência, criatividade e atitude, apresenta bons resultados, quando bem aplicados, podem possibilitar ao nível operacional da fábrica realizar seu trabalho de forma mais rápida, eficiente e ativa na solução de problemas. Independentemente do tipo de indústria em que a metodologia Kaizen é inserida, ela pode permitir a melhoria do comportamento e rendimento das máquinas, pessoas, processos e métodos.

As técnicas do Kaizen Diário desenvolvidas não garantem por si só a melhoria dos resultados. O êxito destas ferramentas está diretamente ligado ao envolvimento dos colaboradores e da sua clara convicção e vontade de buscar melhorias, quebrar rotinas e paradigmas.

No nível operacional da BENTELER, a implantação ocorreu de forma gradativa e contínua, apesar de algumas dificuldades com a resistência à mudança do time operacional, a equipe envolvida acreditou e mostrou resultados incríveis. Foi levado em consideração o espírito de equipe e a importância da melhoria contínua, não é por acaso que grande parte da contribuição das melhorias vem dos níveis operacionais, onde foram mais difíceis a implantação. Foi possível compreender o compromisso da BENTELER com a melhoria contínua e todos os benefícios trazidos pelo *Kaizen* Diário. Além de afirmar que a curva de crescimento dos resultados ainda tem muito caminho para percorrer e vencer.

REFERÊNCIAS

BENTELER, **História da BENTELER**. Disponível em: <<https://www.BENTELER.com/>> Acesso em: 16/04/2018

CARLOS GIL, Antonio. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175p.

Certificação ISO, 5S Disponível em: <<https://certificacaoiso.com.br/5s/>> Acesso em: 04/06/2018

DICIONÁRIO FINANCEIRO. **Holding**. Disponível em: <<https://www.dicionariofinanceiro.com/holding/>> Acesso em: 23/11/2018

DOS SANTOS, Virgílio. **Kamishibai: o que é e como aplicar o conceito no Lean?**, 2017. Disponível em: <<https://www.fm2s.com.br/kamishibai-lean/>> Acesso em: 04/06/2018

ENDEAVOR BRASIL. **Lead Time**. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/operacoes/lead-time/>> Acesso



em: 23/11/2018

ENDEAVOR BRASIL. **Uma espiada na grama do vizinho, ou: como fazer benchmarking.** Disponível em: <<https://endeavor.org.br/estrategia-e-gestao/benchmarking/>> Acesso em: 07/10/2018

ENG PROCESS. **O que é andon e qual a sua importância para a indústria.** Disponível em: <<https://engprocess.com.br/andon/>> Acesso em: 23/11/2018

FARIAS, Camila et al. **Melhoria Contínua: Uma Abordagem Da Qualidade Na Área De Classificação Final, Numa Indústria De Louças Sanitárias.** Fortaleza, p. 4, 2015.

Gestão Industrial, **Ferramentas Lean.** Disponível em: <<https://gestaoindustrial.com/lean-manufacturing/>> Acesso em: 04/06/2018

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time.** Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 1996

Kaizen Institute, Disponível em:< br.kaizen.com> Acesso em: 16/04/2018

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Trabalho Padronizado**, Disponível em: <<https://www.lean.org.br/conceitos/126/o-que-e-trabalho-padronizado.aspx>> Acesso em: 04/06/2018

Lean TI, **O que é Gemba (Genchi Genbutsu)?** O Disponível em: <[http://www.leanti.com.br/conceitos/12/O-que-e-Gemba-\(Genchi-Genbutsu\).aspx](http://www.leanti.com.br/conceitos/12/O-que-e-Gemba-(Genchi-Genbutsu).aspx)> Acesso em: 29/05/2018

MARTINS, P. Administração da Produção. Saraiva, 2005.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala.** Porto Alegre, Editora Bookman, 1997.

Pettersen, J. (2009). **Defining Lean production: some conceptual and practical issues.** TQM Journal, 21(2), 127-142. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/17542730910938137>> Acesso em: 16/04/2018

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção.** Artes Médicas. Porto Alegre. 1996.

WOMACK, J. E JONES,D., ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** 14. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, James. **James Womack Nos Dá Algumas Dicas Sobre Como Sustentar Os 5s.** Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/547/james-womack-nos-da-algumas-dicas-sobre-como-sustentar-os-5s.aspx>> Acesso em: 04/06/2018



EFEITOS ECONÔMICOS PARA INDUSTRIALIZAÇÃO BASEADO EM VANTAGENS COMPARATIVAS ENTRE O MATO GROSSO E CHINA

ECONOMIC EFFECTS FOR INDUSTRIALIZATION BASED ON
COMPARATIVE ADVANTAGES BETWEEN MATO GROSSO AND CHINA

Rosana Sifuentes Machado

Dryelle Sifuentes Pallaoro

Pedro Silvério Xavier Pereira

Dhaiany Ellen Alves dos Santos

Dayane Sandri Stellato

Esdras Warley Nunes de Jesus

Resumo

O estudo objetivou analisar a comercialização em um prisma econômico entre Mato Grosso e China; usou o método exploratório somado ao levantamento bibliográfico e descritivo em conjunto aos dados empíricos atualizados. As informações foram obtidas a partir de dados coletados no Sistema de Análise de Comércio Exterior (ALICE) à Secretaria do Comércio Exterior (SECEX) a *Food Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) e Organização Mundial do Comércio (OMC, 2014). Uma vez que o Estado do Mato Grosso apresenta vantagens comparativas no seu conjunto de recursos naturais relacionados ao clima e topografia, excelentes para produção de grãos se comparado a outras regiões do mundo. Apesar de apresentar uma localização central na América do Sul que desfavorece a movimentação para os portos de exportação. Essa mesma localização é apontada como favorável se os clientes estiverem distribuídos dentro do país ou América Latina. Portanto, também contribuí para índices satisfatórios de crescimento na região. O MT mantém atividades no agronegócio, com os clientes externos, agrega valor às *commodities* num desenvolvimento endógeno entre os municípios, até o momento, subdesenvolvidos, o que impulsiona a economia e o desenvolvimento da indústria. Outra consideração, foi ressaltar que países e regiões que focam o crescimento, em setores primários da econômica, correm o risco de perder oportunidades de desenvolvimento sustentável e aproveitar os recursos que dispõe.

Palavras chave: Comércio internacional, Vantagens Comparativas, Desenvolvimento.

Abstract

The study aimed to analyze the commercialization in an economic prism between Mato Grosso and China; The exploratory method plus the bibliographic and descriptive survey together with the updated empirical data were used. The information was obtained from data collected from the Foreign Trade Analysis System (ALICE) to the Foreign Trade Secretariat (SECEX) the Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the World Trade Organization (WTO, 2014). Since the state of Mato Grosso has comparative advantages in its set of natural resources related to climate and topography, excellent for grain production compared to other regions of the world. Despite having a central location in South America that disadvantages the movement to export ports. This same location is considered favorable if customers are distributed within the country or Latin America. Therefore, I also contributed to satisfactory growth rates in the region. MT maintains activities in agribusiness, with external customers, adds value to commodities in an endogenous development between the municipalities, so far underdeveloped, which drives the economy and the development of industry. Another consideration was that countries and regions that focus on growth in primary economic sectors are at risk of missing opportunities for sustainable development and harnessing the resources at their disposal.

Key-words: International Trade, Comparative Advantage, Development.



1. INTRODUÇÃO

É impossível discutir economia local ou global sem pensar a respeito da origem do termo, que provem da gestão do lar, da empresa, da nação. Considere, também, a administração ou governança dos povos e da sociedade a que pertencem. Tratar economia em um contexto global consiste em examinar o comportamento social, cultural, político e econômico que motiva as pessoas em seus países a cuidar dos recursos escassos, em sua maioria não renováveis.

Neste estudo busca-se entender a movimentação, crescimento e consequências na economia do Mato Grosso com a comercialização de *commodities*, em especial com o mercado da China que representa hoje 35 % da movimentação produtiva do Estado, segundo dados da Federação das Indústrias do Mato Grosso - FIEMT, boletim 09/2012. A investigação distinguirá um recorte entre a teoria econômica justaposta ao agronegócio do Estado, visando localizar elementos a respeito de afirmações e contradições causais a sobre a insustentabilidade do crescimento econômico baseada em extrativismo ou produção primária.

A pesquisa está fundamentada em revisão bibliográfica, empírica, além de análise dos resultados obtidos através da aplicação do modelo de Vantagem Comparativa, na intenção de levantar na bibliografia os benefícios e desvantagens com o desenvolvimento endógeno. Outro ponto é discorrer sobre efeitos do comércio internacional identificando o papel que o Estado representa no cenário do agronegócio nacional e mundial.

As informações foram obtidas a partir de dados coletados no Sistema de Análise de Comércio Exterior (ALICE) à Secretaria do Comércio Exterior (SECEX) a *Food Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) e Organização Mundial do Comércio (OMC, 2014).

2. APORTE TEÓRICO E O COMÉRCIO INTERNACIONAL

O Brasil é um dos países da América Latina que iniciou tardiamente o processo internacional de liberação comercial, introduzido de modo drástico, acompanhado de políticas competitivas das economias mundiais que desaqueceram as indústrias nacionais. O período foi intercalado por crises cambiais e financeiras, até estagnação (ALÉM, 2010).

Furtado (1992), descreve a construção interrompida do desenvolvimento e, sobretudo "um verdadeiro conhecimento de novas possibilidades e principalmente novas debilidades", para o modelo econômico do agronegócio.

Desta maneira, é importante retomar a origem do pensamento econômico de Adam Smith (1776), em seu estudo a Riqueza das Nações, que avalia a natureza



e causas do enriquecimento dos países, o comércio entre eles e suas divergências. Smith formulou a divisão do trabalho, uma teoria que ficou conhecida como Vantagens Absolutas. Considerou que a nação deve especializar-se em determinada produto, e, produzir com vantagem absoluta trocando com outra nação o excedente da produção, por produto que não domine o processo produtivo completamente ou que tinha menor vantagem absoluta baseado em custos (SMITH, 1776).

Já Cerqueira (2004), pressupõe de comercialização entre nações podem auferir ganhos para ambas.

Robbins (2000) complementa que, Smith vê na divisão do trabalho, além dos ganhos do comércio, os benefícios de crescimento entre os países. O comércio estimula essa divisão, que permite intensificar a eficiência na produção. Ao mesmo tempo em que a competição internacional estimula ganhos qualitativos.

Mais tarde, em 1817, David Ricardo retoma a teoria de Adam Smith esclarecendo os conceitos sobre outro prisma, do Princípio da Economia Política, a Lei das Vantagens Comparativas e afirma: mesmo que uma nação não possua desvantagens absolutas na produção de determinada *commodity* poderá obter resultados positivos, ou seja, “o que importa não é o custo absoluto de produção, mas a razão de produtividade que cada país possui”. Conceito relevante para a teoria do comércio internacional, atribuindo nele a relação de troca entre as nações, de maneira alavancar a condição de especialização para um diferencial competitivo para cada mercado de produto.

Entretanto, a teoria clássica não explica o quadro contemporâneo do comércio internacional. Ferrari Filho (1997, p.258) interpela que, para que os pressupostos clássicos sejam válidos deve-se observar as condições de: “a) concorrência perfeita nos mercados de bens e fatores; b) imobilidade internacional dos fatores de produção; c) ausência de quaisquer custos adicionais, como fretes e seguros, incidentes sobre a operacionalização do comércio internacional; d) livre comércio, caracterizado pela inexistência de barreiras alfandegárias, tarifas e quaisquer outras restrições à importação.”

Os pensamentos de Smith e Ricardo, sobre o comércio internacional, buscavam responder profundas indagações sobre o destino do desenvolvimento das nações e contribuir com a construção desta teoria econômica no contexto político e histórico do período.

Contudo, os teóricos neoclássicos progridem no modelo “ricardiano” e analisaram um conjunto de fatores de produção, incluindo capital e trabalho, bem como a tecnologia utilizada entre as diferentes nações. Desta forma, Kenen (1998), sugere a Teoria de Heckscher-Ohlin e reitera “o comércio baseia-se nas diferenças de abundâncias de fatores, reduzindo os efeitos principais dessas diferenças”. Os pressupostos de Heckscher-Ohlin tratam inclusive do modelo crescente de globalização.



De acordo com Sarquis (2011), “o comércio e o crescimento geram oportunidades recíprocas, um alimentando o outro, em escala global.” Em maior ou menor grau, as estratégias de desenvolvimento representam padrões que dependem das instituições, das políticas educacionais, da tecnologia, do comércio, da indústria e do sistema financeiro em cada nação.

Ou seja, os motivos que levam o comércio internacional a contribuir integralmente com o crescimento ao aportar benefícios ou desigualdades devem ser equacionados, Rodrik (1999); Stlitz (1998). Dessa maneira, as regiões que movimentam produtos para exportação investem na implantação de operações, padrões internacionais de qualidade baseados nas exigências dos clientes, características singulares que conferem crescimento e desenvolvimento em níveis e padrões mundiais.

Essas externalidades estão atreladas as reflexões da escola Cepalina, com Raul Prebisch, 1950, que assegura: o crescimento econômico é determinante para o desenvolvimento, sendo este um processo que tende a buscar fronteiras tecnológicas e do bem-estar para as economias, contribuindo, nesse feito, com a obtenção dos objetivos das nações como: maior emprego, melhor distribuição da renda e riqueza, bases para sustentabilidade e estabilidade econômica.

Outro ponto importante da teoria do crescimento são as classificadas como Neoclássicas do Crescimento Endógeno com aporte da Teoria Neoclássica desenvolvida por Robert Solow (1956) e Trevor Swan (1956) baseadas nos pressupostos que os mercados de produção em sua essência devem ser idênticos, de concorrência perfeita.

Já a teoria do Crescimento Endógeno, descreve o crescimento a partir de Romer (1986) e Lucas (1988), que englobam os mecanismos adiantados nos modelos iniciais amparados no acúmulo do conhecimento do capital humano, na diversificação da tecnologia; a teoria permite idealizar padrões em que o comércio e indústria em crescimento sustentem causalidades e ganhos, emergindo do estático, fortalecem as partes; possibilitam elaborar afirmações de que as externalidades se acumulem nos países que mais investem nos processos de indução ao próprio crescimento local e inovação.

Young (1993), relata que a proteção de mercados menos desenvolvidos com subsídios a setores de alta tecnologia podem auferir benefícios principalmente a indústrias iniciantes.

Seguindo os autores Grosman e Helpman (1991) a abertura da economia tanto pode beneficiar como prejudicar os processos de acúmulo de conhecimento, levam a diversificação e dinamismo do comércio, abordam questões estruturais, padrão econômico, políticas e inserção internacional na macroeconomia. Desta forma procura-se entender a relação de comércio multilateral entre o Estado do Mato Grosso e a China, enquanto parceiros nas negociações internacionais.



2.2 Mercado Mato Grosso e China

As informações coletadas empiricamente em revistas e jornais, meios de comunicação informais, relatos de congressos, seminários, confirmam interesse dos Chineses em quase todos os tipos de *commodity* que possam ser produzidos e movimentados a partir do MT, em um padrão de qualidade internacional, são exemplo: o complexo da soja, milho, arroz, algodão, carnes diversas, madeiras, leites, incluindo a necessidade por leite em pó para alimentação de crianças, minérios, plantas medicinais entre outras.

Não se pode omitir que sejam consideradas as dimensões temporais e geográficas, ou seja, a localização do Brasil e China no globo, suas necessidades e diversidades culturais e formação como elementos que interferem diretamente nos custos de qualquer atividade comercial e alteram a competitividade no mercado externo. Neste ponto inclui-se a necessidade de uma logística internacional eficiente que atenda o cliente destino com o menor prazo, eficiência dos competidores (BALLOU, 2012).

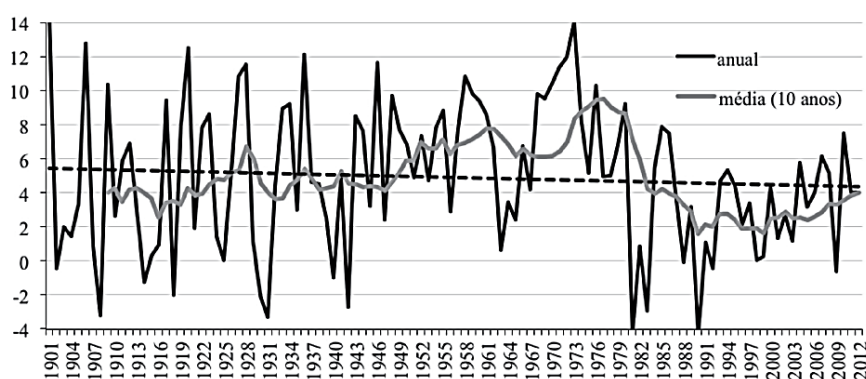


Figura 1 - Taxa de crescimento real do PIB do Brasil ao ano (%), 1901-2012
Fonte: IBGE e adaptação de SARQUIS, 2011

O crescimento implica análises e reflexão do ponto de vista qualitativa e quantitativa, neste contexto tem sofrido constantes efeitos da crise econômica global. A figura 1 demonstra a recuperação da economia do Brasil em 2010 com expansão de 7,5% no PIB e tendência que em longo prazo indica decréscimo para 4% em 2011 e 2012, os economistas prospectaram dígitos menores para o próximo quinquênio.

Para Sarquis (2011), é necessário examinar questões que gerem subsídios para entender a questão da expansão do comércio nos países via exportação, importação e cooperem para o crescimento da economia bem como sua sustentabilidade em longo prazo, que não venha a despertar somente dependência, devendo gerar a composição de fatores, com níveis tecnológicos, que levem a especialização na produção de bens industriais diferenciados.

No entanto, o Brasil revelou baixa persistência para o seu crescimento justamente no período de maior crescimento mundial, anos 80 e 90, o que contrasta largamente com o caso chinês, que abriu mercados, e, sobretudo buscou o desenvolvimento científico, conhecimento, tecnologia, com implantação e fechamento de plantas industriais em locais pouco estratégicos chegando a desativar cidades inteiras.

Hoje, os chineses estão interligando suas regiões com transporte capaz de movimentar grandes volumes e quantidades de passageiros e cargas com alta velocidade, cujo minério para essas estruturas originam de países do hemisfério sul, a exemplo a América Latina também a partir do Brasil. Ademais, a China busca matriz energética alternativa constantemente.

O acesso da China em 1971 à Organização Mundial do Comércio, OMC, criou novas oportunidades de crescimento e cooperação econômica e comercial entre Brasil e China. E essa cooperação apresenta as características de complementaridade, com o comércio bilateral (FARES,2016).

Para Fares (2016), no cenário de mudanças a América Latina é uma região dinâmica de constante crescimento econômico. Sendo que do ponto de vista político o Brasil ocupa uma posição estratégica no mundo. De crescimento intenso no cenário latino-americano, entretanto, a China é o maior país em desenvolvimento no mundo. Existe entre Brasil e China uma forte identidade que é a de desenvolver economicamente suas regiões, gerar empregos e melhorar as condições de vida da população.

Também, são pontos de identidade comum que precisam desaguar na cooperação para alavancar interesses fundamentais entre os países. Outra questão chave é a falta de atratividade de investimento no sistema de manufatura, de crescimento insipiente barreira que desfavorece o processo de industrialização no Mato Grosso, impactada ainda pela Lei Kandir que poderia gerar emprego e crescimento para os municípios.

A lei Kandir subsidia a produção de commodity diminuindo tributos dos produtos primários e semielaborados para exportação. Impactando diretamente na baixa arrecadação dos Estados e Municípios, relacionada e incapacidade para oferecer serviços públicos de qualidade, quanto para investir em recuperação de suas ruas, pontes e estradas, saúde, educação e segurança (AMM, 2013).

Além disso, o processo interfere na logística do negócio como um todo. Quando se estuda localização para o sistema produtivo eficiente buscam-se as relações de movimentação e armazenagem como temas focais para rentabilidade ou customização. Os aportes logísticos devem ser exaustivamente discutidos, planejados com a pesquisa operacional, simulações e programas computacionais de roteirização, buscando novos desenhos de cadeias de suprimentos a fim de minimizar a falta de estrutura física, o gasto com a logística nos sistemas produtivos são entraves



determinantes para as negociações das commodities do Mato Grosso.

A China, segundo informações coletadas nos relatos do 9º Encontro sobre Comércio Bilateral Brasil e China (2008) promovida pelo Ministério das Relações Exteriores, enfrenta enormes desafios relacionados a:

“(a) necessidade de promover maior eficiência energética e o uso racional de recursos naturais, (b) enfrentar seriamente a calamitosa degradação ambiental, (c) combater a desigualdade social, (e) avançar na implantação de um sistema financeiro mais eficiente e sofisticado.”

Relatórios da FIENT (2012), assinalam informações que o Mato Grosso perpetua o papel desempenhado por países latino americanos na Divisão Internacional do Trabalho subordinado à fornecedor de bens primários e semimanufaturados em interdependência a exportação para China:

“Em relação ao destino das exportações, observa-se crescente e preocupante concentração do bloco da Ásia que, no primeiro trimestre de 2012, mais que duplicou as suas compras em relação ao mesmo período de 2011”. As participações deste bloco nas exportações estaduais representaram mais da metade (53%) de todo valor exportado; em mesmo período do ano anterior correspondiam a 34% do total”.

O Estado do Mato Grosso cresce em ritmo constante a mais de trinta anos e a necessidade de escoamento da safra mantém-se em estrangulamento com modalidade de transporte com alto custo, tratar-se de caos estrutural.

Questiona-se por que os tomadores de decisão do Estado optam em investir somente no aumento da produção e aguardar que o governo federal atuasse neste déficit de estrutura viária. Países com o EUA optaram estrategicamente em desenhar uma malha viária, com modal ferroviário total, para grandes volumes de carga, a mais de duzentos anos, o Brasil pelo contrário desarticulou parte de suas linhas férreas.

3. METODOLOGIA

3.1 Instrumentos teóricos

A pesquisa classifica-se como exploratória explicativa, de caráter aplicado, pois analisa o fluxo do comércio do Mato Grosso e China com dados da balança comercial. Para atingir o objetivo foi utilizado um plano de referencial da economia internacional no período de 2011, 2012 e parte de 2013, somando as commodities movimentadas entre as regiões. Ademais, a revisão bibliográfica como ferramenta.

Na análise da comercialização entre o Mato Grosso e China; foram utilizados os



métodos estatísticos de comparação simples. Os dados foram extraídos de fontes diversas: a primeira que corresponde às exportações do Brasil e do Mundo oriundos da base da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAOSTAT), a segunda base de dados que correspondem ao valor das exportações entre Mato Grosso e China; extraídas do sistema (ALICEWEB/SECEX) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A especialização no comércio internacional é comandada pelo critério de vantagens comparativas de custosos resultados da Balança Comercial apontam que o intercambio comercial entre Brasil e China apresentou um total de exportação de US\$ FOB 32.293 milhões, sendo que o produto que obteve maior representatividade foi sementes e grãos, como pode ser constatado na Tabela 1, basicamente são exportadas commodities com pouco valor agregado, em grandes volumes, exportados produtos industrializados com alta tecnologia e pouco volume, facilita a movimentação, exceto para máquinas e produtos de aço e ferro, cujo insumo muitas vezes provem do Brasil (FARES, 2016).

US\$ milhões,fob				
DESCRIÇÃO	2012	part.%	2013	part.%
	(jan-set)	no total	(jan-set)	no total
EXPORTAÇÕES				
sementes/grãos	11.759	36,40%	16.440	45,80%
Minérios	10.788	33,40%	11.273	31,40%
combustíveis	3.302	10,20%	2.373	6,60%
pastas de madeira	877	2,70%	1.111	3,10%
Açúcar	746	2,30%	1.091	3,00%
peles e couros	357	1,10%	444	1,20%
gorduras e óleos	805	2,50%	406	1,10%
ferro e aço	491	1,50%	393	1,10%
Cobre	81	0,30%	336	0,90%
Carnes	394	1,20%	329	0,90%
Subtotal	29.600	91,70%	3419600%	95,20%
outros produtos	2.693	8,30%	1.714	4,80%
Total	32.293	100,00%	35.910	100,00%
IMPORTAÇÕES				
máquinas elétricas	7.355	29,30%	8.087	29,10%
Máquinas mecânicas	5.512	22,00%	6.225	22,40%
químicos orgânicos	1.288	5,10%	1.648	5,90%
automóveis	690	2,80%	760	2,70%
obras de ferro/aço	718	2,90%	760	2,70%

Plásticos	649	2,60%	743	2,70%
ferro e aço	664	2,60%	715	2,60%
vestuário, exceto de malha	644	2,60%	673	2,40%
instrumentos de precisão	534	2,10%	585	2,10%
filamentos sint./artificiais	449	1,80%	555	2,00%
Subtotal	18.503	73,80%	20.751	74,60%
outros produtos	6.578	26,20%	7.053	25,40%
Total	25.081	100,00%	27.804	100,00%

Tabela 1 – Brasil e China: composição percentual do intercambio comercial 2012, 2013

FONTE: Elaborado pelo MRE/DPR/DIC - Divisão de Inteligência Comercial

Chang (2011) analisa em suas pesquisas que o panorama de exportação, demonstra que o Brasil aumentou sua participação no mercado internacional e o valor exportado com o Leste e Sudeste Asiático, principalmente China e Japão, com produtos que demonstram vantagem comparativa e cuja contribuição ao saldo comercial brasileiro é positiva e fundamental. Sendo comercializado principalmente carnes, sementes, grãos, plantas medicinais e minérios, no caso do mercado chinês e com menor intensidade tecnológica concentrada em produtos primários em complementaridade entre a economia brasileira.

Existem controvérsias observadas mesmo com o empenho em agrupar as teorias do comércio internacional e do crescimento e comercialização das nações ou regiões, os contrastes entre os objetivos do primeiro que dificultam as inter-relações de crescimento sustentável e consistente.

Para Georg List (1869), “a prosperidade de uma nação não aumenta, na proporção em que esta acumulou maior riqueza (isto é valores de troca), mas na proporção em que mais desenvolveu suas forças de produção”. Ajuda os produtores do seu país a entender que a “nação deve sacrificar e deixar de lado um pouco da prosperidade material para adquirir cultura, habilidade profissional e força de produção. Deve sacrificar algumas vantagens atuais, se quiser assegurar para si vantagens futuras”.

Para que isso ocorra, é preciso construir estratégias endógenas de desenvolvimento com base na questão central do trabalho decente para todos (OIT, 2001, 2002a, e 2002b) por meio do emprego ou do auto emprego na produção de meios de subsistência. Sem negar a importância da promoção das exportações, é preciso lembrar que nove em cada dez pessoas em todo o mundo trabalham para o mercado interno (FERRER, 2002).

Desse modo, segundo Amaral Filho (2002):

[...] O desenvolvimento endógeno pode ser entendido como um processo de crescimento econômico que implica em uma contínua ampliação da capacidade de geração e agregação de valor sobre a produção bem como da capaci-



dade de absorção da região, na retenção do excedente econômico gerado na economia local e na atração de excedentes provenientes de outras regiões. Esse processo tem como resultado a ampliação do emprego, do produto e da renda local/regional gerada por uma determinada atividade econômica.

List (1864), confirma que “a força agrícola da produção é tanto maior, quanto mais intimamente uma capacidade de industrialização, desenvolvida em todos os ramos, estiver unida local, comercial e politicamente à agricultura. Na proporção em que a capacidade manufatureira for assim desenvolvida, também se desenvolverão a divisão das operações comerciais e a cooperação das forças produtivas na agricultura, atingindo o mais alto estágio de perfeição.”. Estes elementos foram denominados por List como “equilíbrio ou harmonia das forças produtivas”.

Desta forma segue o cenário comercial entre Mato Grosso e China. Na Tabela 2, pode-se observar que é crescente o valor negociado entre as regiões, maior ainda o volume a ser escoado, cuja dificuldade de implementação modal apropriado é enorme, enviamos produtos in natura, na maioria e recebemos produtos com alto valor agregado, em uma troca, cuja importação é menor.

Mês de ref.	ANO 2011 - IMP/EXP		ANO 2012 - IMP/EXP		ANO 2013 - IMP/EXP	
	Valor de Imp	Valor de Exp	Valor de Imp	Valor de Exp	Valor de Imp	Valor de Exp
JANEIRO	12.969.672	2.164.169	12.605.934	135.799.062	4.841.032	22.623.883
FEVEREIRO	10.367.251	13.213.601	7.246.181	117.376.721	21.920.833	183.779.591
MARÇO	6.116.243	375.600.377	9.913.245	729.835.949	14.838.914	554.537.705
ABRIL	9.100.374	667.728.327	1.824.150	537.218.083	18.412.234	1.126.185.430
MAIO	16.972.986	388.517.055	5.081.185	1.170.757.902	8.203.660	1.001.150.252
JUNHO	14.115.729	449.975.216	3.142.838	581.954.902	9.429.377	797.246.836
JULHO	19.739.453	440.309.342	12.895.896	342.017.461	9.429.293	617.409.530
AGOSTO	16.235.462	219.187.467	12.741.987	225.607.118	21.948.023	298.798.982
SETEMBRO	5.003.503	198.166.792	9.327.031	150.712.172	14.687.869	248.789.323
OUTUBRO	29.211.190	202.892.132	3.413.746	160.593.220	6.993.422	94.027.492
NOVEMBRO	12.963.117	319.777.133	4.444.561	77.924.047	0	0
DEZEMBRO	8.473.897	234.708.814	4.028.210	71.940.832	0	0
	161.268.877	3.512.240.425	86.664.964	4.301.737.469	130.704.657	4.944.549.024

Tabela 2 - Balança Comercial entre o Mato Grosso e China - 2011 a 2013

Fonte: MDIC/SECEX, dados adaptados à pesquisa, 2013

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa procurou averiguar informações a respeito do impacto ou oportunidade para estudo de mercado do agronegócio entre o Estado do Mato Grosso e a China. A análise dos dados secundários permitiu constatar que há um crescimento



econômico constante, principalmente nas áreas do Mato Grosso onde prevalece à agricultura nos municípios prósperos.

Outro fato que deve ser incorporado às conclusões diz respeito ao perigo do Mato Grosso se tornar dependente da China para comercialização, aumentando as exportações e na contrapartida colocar todos “os ovos em uma cesta só”, ou em um mesmo mercado comprador.

As potencialidades obtidas com os fatores de produção dos agricultores do Mato Grosso não constituem vantagens competitivas por não se formarem com diferencial das demais commodities do mercado mundial, tornando-se somente vantagens comparativas; positivamente reconhecidas para determinar a semelhança entre outras regiões do Brasil que possuem o mesmo perfil do Mato Grosso, alta produtividade com até três safras em um mesmo ano.

Sabe-se que o princípio da vantagem comparativa explica a interdependência e os ganhos de comércio. Como a interdependência é tão prevalecente no mundo moderno, o princípio da vantagem comparativa tem muitas aplicações e a principal é defender o livre comércio entre os países ou regiões.

Em suma, se o desenvolvimento endógeno é o processo que provoca contínua ampliação da capacidade de gerar valor agregado aos sistemas produtivos, primários e secundários o desenvolvimento sustentável tem os parâmetros em lidar com os elementos que comprometem as futuras gerações.

Se com o foco exclusivo de produção de commodities, extração de recursos naturais escassos para exportação como as futuras gerações poderão crescer ou desenvolver-se sem a estrutura que não foi gerada. Os chineses com sua cultura milenar têm muito a ensinar aos mato-grossenses principalmente sobre a soja, aprender a conviver e lucrar com alta tecnologia. A cultura, educação, tecnologia e inovação mais o entendimento da volatilidade dos mercados orientam o produtor para visão de um futuro sustentável e desenvolvimento no Estado do Mato Grosso.

REFERÊNCIAS

- AMARAL FILHO, J., **Desenvolvimento Regional Endógeno**. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza 2002.
- ALÉM, A. C. **Macroeconomia – teoria e prática no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2010
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos** (Planejamento, Organização e Logística Empresarial), 2ª edição . Ed. Bookilometroan, 2012.
- FAOSTAT – Banco de Dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação <<http://faostat.fao.org/site/535/default.aspx#ancor>.
- FARES, Tomas Mefano, SÉCULO XXI, Porto Alegre, V. 7, Nº1, Jan-Jun 2016
- FERNANDES, S.; Wander A.E. e Ferreira C.M. (2008) **Análise da Competitividade do Arroz Brasileiro:**



- Vantagem Comparativa Revelada.** Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. SOBER XLVI.
- FIEMT – relatório da Federação da indústria e Comércio do Mato Grosso de setembro de 2012.
- FERRARI FILHO, f. **Uma agenda econômica pós Keynesiana para economia brasileira.** Rio de Janeiro, Fundação KonradAdenauer, 2003.
- FURTADO, Celso, **Perspectivas da economia brasileira.** RJ, Instituto Superior de Estudos Brasileiros, Fundo de Cultura, 1958
- FURTADO, Celso, **Formação Econômica do Brasil.** RJ, Fundo de Cultura, 1959.
- GROSMAN E HELOMAN, Sanford e Iliver. **On the impossibility of informationally Efficient Markets,** *América Economic Review*, nº 393, June 1993.
- CERQUEIRA, H. **Adam Smith e o surgimento do discurso econômico.** Revista de Economia Política, v. 24, n. 3, p. 422-441, 2004.
- LUCAS, Robert. **On the Mechanics of Economic,** Development Journal of Monetary Economics nº 22, 1988.
- KENEN, P.B. Economia Internacional: Teoria e política. Tradução Silvia DisselSchiros, Rio de Janeiro, Campos, 1998.
- PREBISCH, Raul, **The Economic Development of Latin America and it's Principal problems.** NY: United Nations, 1950.
- ROBBINS, Stephen P. **Administração: Mudanças e Perspectivas.** Editora Saraiva, 2000.
- RODRIK Dani, Tehe, **New Global Economy and Developing Countries King openness Work,** Washington D.C.: Overseans Development Council, 1999.
- ROMER Paul, **Increasing Returns and Long Run Grath,** Journal of Political Economy, v, 94 nº 5, 1995.
- SARQUIS, José Buainain, **Comercio Internacional e Crescimento Econômico no Brasil,** Fundação Alexandre de Gusmão – Brasília 2011.
- SACHS, Jeffrey D., **Economic reform and the processo f global integration,** Brookings Papers on Economic Activity, 1995
- SECEX/MDIC – Banco de Dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior
<<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1076>
- OMC – Banco de Dados da Organização Mundial do Comercio <<http://stat.wto.org/CountryProfile/WSDB-CountryPFHome.aspx?Language=E>
- LIST, George Friedrich, (1789 – 1846) Sistema Nacional de Economia política / Georg Friedrich List; apresentação de Cristovão Buarque, Ed. Victor Civita 1983.
- MDIC, **Balança Comercial Brasileira,** 2011,2012,2013 ALICE.
- WAQUIL, P. D.; Alvim, A. M.; Silva, L. X. eTrapp, G.P. (2004). **Vantagens comparativas reveladas e orientação regional das exportações agrícolas brasileiras para a União Europeia.** Revista de economia e agronegócio. Viçosa: UFV, v.2, n.2.
- YOUNG, Calos Eduardo, **Thee Essays on Sustainable Development,** Centre for Social and research on Global Environment, 1993
- <https://www.itaubba-pt/analises-economicas/publicacoes/nossos-artigos/a-desacelera-cao-do-brasil-e-global-de-ilan-goldfajn>
- <http://www.usp.br/agen/?p=85933> agencia USP de notícias 11/01/2012
- WWW.braziltradenet.gov.br 11/01/2013.



ESTUDO ECONÔMICO DO USO DA BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR EM UMA USINA SIDERÚRGICA

ECONOMIC STUDY OF THE USAGE OF BIOMASS OF SUGAR CANE IN A
STEEL MILL

Tácita Rocha Araújo
Ricardo dos Santos Oliveira
Francisca Diana Ferreira Viana

Resumo

A utilização das biomassas é uma alternativa economicamente viável para reduzir a emissão dos Gases do Efeito Estufa (GEE), pois elas são um recurso renovável que podem ser utilizadas para produção de energia mecânica, térmica ou elétrica e advém de fontes com baixos custos, tais como resíduos urbanos, agropecuários e agroindustriais. Uma biomassa de destaque no Brasil é a cana de açúcar. O país concentra a maior produção mundial desta biomassa e alguns estudos propõem a sua utilização como fonte de combustível nos altos-fornos das usinas siderúrgicas. O processamento primário do minério de ferro na indústria siderúrgica é realizado nos altos fornos e libera grandes quantidades de GEE, portanto, a injeção da biomassa da cana-de-açúcar nos altos fornos reduziria as emissões desses gases. Este artigo teve como objetivo fazer um estudo econômico da utilização do bagaço de cana-de-açúcar nas usinas siderúrgicas, e para tal foram dimensionadas os gastos com os insumos de um alto-forno, assim como os custos com transporte dos mesmos. Para os cálculos de custo foi simulado um cenário de um alto-forno localizado na cidade de Ipatinga-MG e feitas comparações entre os custos e emissões de dióxido de carbono de um alto forno sem injeção de bagaço de cana-de-açúcar e outro com injeção. Foi possível comprovar a redução de 4,38% nos gastos quando a emissão de CO₂ não é comercializada no mercado de carbono europeu e 21,71% quando comercializada.

Palavras chave: Estudo econômico, Biomassa, Usinas siderúrgicas.

Abstract

The use of biomass is an economically viable alternative to reduce greenhouse gas (GHG) emissions, as they are a renewable resource that can be used to produce mechanical, thermal or electrical energy and come from low cost sources such as urban, agricultural and agroindustrial waste. Brazil is a major producer of sugarcane, which favors the use of this biomass as a fuel source in the blast furnaces of the steel mills, contributing to reduce emissions of GHG. The aim of this work is to make an economic study of the use of sugarcane bagasse in a steel mill. In order to do so, the costs of inputs of a blast furnace and the costs of its transportation were dimensioned. For the cost calculations, a blast furnace scenario was simulated in the city of Ipatinga, Minas Gerais, Brazil, and comparisons were made between costs of carbon dioxide emissions in a blast furnace without the injection of sugarcane bagasse and another with such an injection. It was possible to prove a reduction of 4.38% in expenses when the CO₂ emission is not commercialized in the European carbon market and 21.71% when it is commercialized.

Key-words: Economic study, Biomass, Steel mill, Blast furnace



1. INTRODUÇÃO

Em 1988, na Assembleia Geral das Nações Unidas, a mudança do clima relacionada ao efeito estufa foi declarada uma preocupação comum à humanidade e as políticas internacionais passaram a envolver a discussão sobre o aumento do CO₂ na atmosfera e as temperaturas ascendentes, considerando a necessidade de um tratado internacional sobre o tema. Nos anos seguintes foi feito um tratado internacional, a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (CQNUMC), com o objetivo de alcançar a estabilização das concentrações de Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, e impedir que a interferência humana no meio ambiente provoque um desequilíbrio ameaçador sobre o sistema físico climático (FRANGETTO; GAZANI, 2002).

A partir desse tratado, os países signatários passaram a se reunir anualmente na Conferência das Partes (COP) para tomar decisões em prol do combate às mudanças climáticas (ALVARENGA; CARMO, 2006). Objetivando diminuir a emissão dos GEE, principalmente do CO₂, as fontes renováveis de energia (biomassa), vêm assumindo o papel de controlar as concentrações de GEE na atmosfera.

De acordo com o Observatório do Clima (2018a), entre os anos de 1990 e 2016, as emissões brutas de gases de efeito estufa do Brasil passaram de 1,72 bilhão de toneladas de gás carbônico equivalente (GtCO₂e) para 2,27 GtCO₂e, o que representou um aumento de 32%.

Ainda conforme o Observatório do Clima (2018a), no ano de 2013 o aumento das emissões foi motivado pelo crescimento do desmatamento na Amazônia e pelo aumento do uso de combustíveis fósseis na matriz energética.

Contudo, em termos de um setor específico, merece destaque, no que se refere ao uso de biomassas como uma forma de reduzir os impactos ambientais causados, o setor siderúrgico. A siderurgia, a despeito de ter uma participação determinante para o dinamismo econômico nacional, tem contribuído com a emissão de GEE. E um caminho em busca da mitigação deste problema é o uso do bagaço da cana-de-açúcar como fonte de geração de energia para os altos-fornos da indústria siderúrgica.

Dentro deste contexto, o presente trabalho, com base no levantamento de dados sobre preços, custo com matéria prima e transporte na produção de ferro-gusa, buscou responder a seguinte questão: Qual o resultado econômico da injeção do bagaço da cana-de-açúcar em um alto-forno de uma empresa produtora de ferro-gusa?

Para os cálculos de custo foi simulado um cenário de um alto-forno localizado na cidade de Ipatinga-MG e feitas comparações entre os custos e emissões de dióxido



xido de carbono de em um alto-forno sem injeção de bagaço de cana-de-açúcar, e outro com injeção. Foi possível comprovar a redução de 4,38% nos gastos quando a emissão de CO₂ não é comercializada no mercado de carbono europeu, e 21,71% quando comercializada.

Além desta introdução, o presente trabalho é composto por mais sete seções. A primeira aborda a questão climática no contexto do aumento das emissões de GEE. A segunda trata do setor siderúrgico brasileiro. A terceira versa sobre a cana-de-açúcar como uma biomassa. A quarta disserta sobre a metodologia do trabalho. A quinta destaca os resultados do estudo. A sexta aborda a discussão sobre os resultados. Por fim, têm-se as conclusões.

2. EMISSÃO DE GAZES DO EFEITO ESTUFA (GEE): CAMINHOS PARA A MITIGAÇÃO

A necessidade de reduzir a emissão e concentração de GEE levou a elaboração do Protocolo de Quioto na Terceira Conferência das Nações Unidas Sobre Mudanças Climáticas, em 1997 (GOMES & PASQUALETTO, 2018). A Conferência das Partes (COP) é o órgão supremo da CQNUMC, onde anualmente os países da COP tomam decisões coletivas e consensuais em prol do combate das mudanças climáticas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

A COP3, realizada em Quito, teve grande importância no contexto mundial. Nela, foram definidas metas e prazos relativos à redução ou à limitação das emissões de GEE para mais de 160 países. O Protocolo firmado marcou um esforço global para enfrentar as alterações climáticas e limitar as emissões dos gases do efeito estufa para níveis inferiores a 5% aos emitidos na década de 1990, entre o período de 2008 a 2012 (NERY, 2005).

As metas de redução das emissões dos GEE estabelecidas pelo Protocolo de Quioto foram viabilizadas por três mecanismos de flexibilização: o comércio de emissões, a implementação conjunta e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Entre os três mecanismos utilizados pelos países industrializados para o cumprimento das metas da Convenção, o MDL é o que envolve a participação de países em desenvolvimento, objetivando a mitigação das emissões de gases nos mesmos (GOMES; PASQUALETTO, 2018).

O potencial do Brasil para desenvolver energias limpas ou renováveis é notável, a sua matriz energética tem participação de 43,5% de fontes renováveis (Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2017). Segundo Moreira e Giometti (2008), para o Brasil, o MDL é a oportunidade de atrair recursos para a realização de projetos que assegurem o desenvolvimento sustentável.



3. A SIDERURGIA NO BRASIL: IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E IMPACTO AMBIENTAL

Em 2017, a indústria do aço no Brasil apresentou uma capacidade instalada de 50,4 milhões de t/ano de aço bruto, onde dez grupos empresariais operavam 29 usinas distribuídas em 8 estados (Instituto Aço Brasil, 2018) As reservas brasileiras vêm aumentando ao longo dos anos devido à participação dos itabiritos de Minas Gerais, no Quadrilátero Ferrífero (CGEE, 2009). O setor produtivo de ferro gusa nacional tem a produção concentrada em cinco estados, tal produção está apresentada na Tabela 1. O parque industrial de Minas Gerais abarca cerca de 60% da produção nacional de ferro gusa independente.

Estados	2012	2013	2014	2015	2016
Minas Gerais	2.738.437	2.924.957	2.914.132	2.562.327	2.302.368
Espírito Santo	260.227	195.988	226.304	215.976	220.929
Maranhão e Pará (Carajás)	2.108.101	1.763.104	1.462.516	1.291.440	858.885
Mato Grosso do Sul	491.214	468.025	433.000	237.255	169.108
Total	5.598.006	5.352.074	5.035.952	4.306.998	3.551.290

Tabela 1. Produção de ferro gusa das usinas independentes por estado (t)
Fonte: Elaboração Própria a partir de dados do SINDIFER (2016)

No que concerne aos efeitos ambientais da produção siderúrgica, conforme o Instituto Aço Brasil (2018), a rota de produção de aço utilizando o coque é responsável por aproximadamente 70% da produção mundial de aço. Essa rota emite quantidades consideráveis de GEE devido à necessidade da utilização do coque para redução do minério de ferro (óxido de ferro) em ferro gusa.

No processo siderúrgico, as emissões atmosféricas ainda continuam sendo a questão ambiental de maior impacto no processo siderúrgico. A taxa de geração de CO₂ situa-se numa faixa de 1.510Kg/tonelada a 2.200 kg/tonelada de aço bruto nas usinas integradas a coque e de 450Kg/tonelada a 600 kg/tonelada de aço bruto nas usinas semi-integradas (CGEE, 2010).

Segundo o Observatório do Clima (2018b), em 2016, das 44,3 MtCO₂e de GEE emitidas na produção de ferro-gusa e aço, 85% delas foram realizadas pelo consumo de combustíveis nos altos-fornos. Sendo assim, o setor siderúrgico deve procurar alternativas de reduzir significativamente as emissões de GEE no alto forno. Elas podem ser desde a utilização da sucata de aço como matéria prima, utilização de carvão vegetal com origem em reflorestamento, implantação de tecnologias limpas e até a adoção de processos criativos e focados em eficiência energética (ASSIS, 2014; OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2018a).

O alto-forno é um aparelho metalúrgico destinado à fusão redutora do minério de ferro. Tem uma forma circular de vários diâmetros com cerca de 30 metros de altura. Consome $3,5 \times 10^6$ toneladas de matéria prima sólida e possui uma produção de cerca de 3.000 toneladas de ferro por dia, cerca de 1 milhão de toneladas por



ano (Isenmann, 2017). O alto-forno é um trocador à contracorrente. Uma corrente descendente de matéria prima fria e oxidada (sínter, pelota e minério de ferro) é aquecida e reduz ao contato de uma corrente ascendente de gás redutor quente (FERNANDES, 2007). Os produtos formados pela interação e reações entre gases e matérias primas são escória, ferro gusa, gases, poeira e lama (SILVA, 2016).

4. A CANA-DE-AÇÚCAR COMO BIOMASSA

O Brasil faz parte do grupo dos dez países que concentra 80% da produção de cana-de-açúcar do mundo, em conjunto com a Índia detêm um pouco mais da metade da produção mundial, como pode ser visto na Tabela 2. A cana-de-açúcar é uma cultura de grande relevância nos mais de 100 países produtores por ser uma fonte de mão de obra no meio rural (CGEE, 2009).

País	Produção	Área	Área	Produtividade
	(10 ⁶ t)	(10 ⁶ t)	(%)	(t/ha)
Brasil	768,68	10,23	38,20	75,17
Índia	348,45	4,95	18,50	70,39
China	122,66	1,68	6,30	73,22
Tailândia	87,47	1,34	5,00	65,44
Paquistão	65,45	1,13	4,20	57,88
México	56,45	0,78	2,90	72,27
Colômbia	36,95	0,42	1,60	88,69
Austrália	34,40	0,48	1,70	76,93
Guatemala	33,53	0,26	1,00	129,05
E s t a d o s				
Unidos	29,93	0,37	1,40	80,77
Outros	306,69	5,18	19,30	59,20
Total	1890,66	26,77	100,00	70,61

Tabela 2. Principais países produtores de cana-de-açúcar em 2016
Fonte: Adaptado pelos autores de FAO (2017)

A conversão fotossintética da cana permite uma ocupação de área cultivada menor que a cultura de outros grãos e com uma produtividade superior, cerca de 75 t/ha. No Brasil a área ocupada pela produção de cana ocupa a terceira posição, mas sua produção é superior às culturas de soja e milho, como mostra a Tabela 3 (CGEE, 2009).

Cultura	Produção	Área	Área	Produtividade
	(10⁶t)	(10⁶t)	(%)	(t/ha)
Cana-de-açúcar	768,68	10,23	13,58	75,17
Soja (em grão)	96,30	33,15	44,03	2,90
Milho (em grão)	64,14	14,96	19,87	4,29
Mandioca	21,08	1,41	1,87	14,99
Laranja	17,25	0,66	0,88	26,18
Arroz (em casca)	10,62	1,94	2,58	5,46
Trigo (em grão)	6,83	2,17	2,88	3,16
Banana	6,76	0,47	0,62	14,40
Tomate	4,17	0,64	0,08	65,14
Batata inglesa	3,85	0,13	0,17	29,66
Outros	33,32	10,11	13,43	3,29
Total	Não avaliado	75,84	100,00	-

Tabela 3. Principais culturas agrícolas no Brasil em 2016

Fonte: Adaptado pelos autores de IBGE (2017)

A cana de açúcar é constituída por 1/3 de caldo e 2/3 de biomassa (bagaço e palha) (Assis, 2014), e gera como principais produtos o etanol e o açúcar, sendo considerada uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis. O processo produtivo também origina o bagaço de cana como subproduto, que pode ser aproveitado para geração de calor e eletricidade, contribuindo para a redução dos custos e sustentabilidade (CONAB, 2017).

O setor sucroalcooleiro tem apresentado avanços nas pesquisas de recuperação dos resíduos agrícolas, em especial para a geração de energia elétrica. Os resíduos da cana são o bagaço e a palha que estão disponíveis nas instalações industriais. No ano de 2005 totalizarem cerca de 118 milhões de toneladas em base seca, o equivalente a 900 mil barris de petróleo por dia (EPE, 2007).

A recuperação da palha deixada no campo contribui para um aumentar a quantidade de biomassa e permite direcionar o bagaço da cana que hoje é queimado nas caldeiras das usinas para a produção de etanol a partir do processo de hidrólise. Esse processo consiste no rompimento das ligações químicas existentes entre as unidades de glicose que constituem a celulose presente nos vegetais (EPE, 2007).

5. METODOLOGIA

O consumo de coque em um alto-forno sem injeção é de 500kg/t de gusa, ao injetar uma biomassa ocorre a absorção de CO₂ pelo processo de fotossíntese das próprias plantações das biomassas. Utilizando a pesquisa de Assis (2014) é possível ter os custos de um alto-forno com a injeção de bagaço de cana-de-açúcar. As misturas com melhores desempenho, na comparação das taxas de combustão, foram as de 25% de bagaço de cana e 75% de carvão vegetal nas taxas de injeção



de 100kg/t de gusa e de 150 kg/t de gusa.

Ao injetar 100kg de bagaço de cana-de-açúcar/t gusa pelas ventaneiras do alto-forno ocorre a substituição do coque em uma taxa de 0,67, ou seja, retira-se 67kg de coque/t gusa do topo do alto-forno (Assis, 2014). Desta forma, para produzir uma tonelada de ferro gusa utilizam-se 433kg de coque e 100kg de bagaço de cana-de-açúcar. Em geral, no Brasil, os altos fornos produzem em média 3000t de ferro gusa por dia (CALIXTO, 2016), para suprir uma produção anual de cerca de 1 milhão de t de gusa ao ano é necessário utilizar 108 milhões t de bagaço de cana-de-açúcar.

A cana-de-açúcar é cultivada em mais de 100 países e umas das principais culturas do mundo. Sendo que a produção brasileira é a maior, a safra de 2016/2017 foi de 657,18 milhões de toneladas e a safra de 2017/2018 chegou a 633,26 milhões de toneladas. A área cultivada nesse ano atingiu 8,73 milhões de hectares levando a produtividade a cerca de 72,54 toneladas por hectare (CONAB, 2017; 2018).

Ao se utilizar os dados do levantamento de safra é possível estimar o potencial de bagaço de cana. A cana é constituída de 2/3 caldo e 1/3 biomassa, dessa forma com a produção de 2016/2017 o potencial de biomassa equivale a 219,27 milhões de toneladas.

Em termos do transporte, a alternativa de transporte contemplada nesse trabalho para o do bagaço da cana-de-açúcar foi o modal rodoviário, uma vez que este apresenta menores custos fixos, pois a construção e a manutenção de rodovias dependem do poder público e seus custos variáveis (por exemplo, combustível, óleo e manutenção) são medianos (Wanke & Fleury, 2006). Como 98% do carvão utilizado nas usinas siderúrgicas é importado, para o seu transporte são utilizados dois modais, o aquaviário e o ferroviário (MME, 2017).

O transporte internacional marítimo é regido por contratos e regras específicas que uniformiza o comércio, sendo elas o preço CIF (*cost, insurance and freight*) e o preço FOB (*free on board*). O preço CIF é entendido como o tipo de frete onde o fornecedor é responsável por todos os custos e riscos com a entrega da mercadoria, incluindo o seguro marítimo e frete. E no preço FOB é obrigado a colocar a mercadoria dentro do navio, os outros custos ficam a cargo do comprador (ALVES, 2014).

O modal ferroviário é empregado no transporte do carvão dos portos de recebimento até as usinas de destino, pois causa menor poluição ao meio ambiente e transporta grandes quantidades de carga em longas distâncias. Esse tipo de modal também é uma opção viável para o transporte do bagaço de cana-de-açúcar, mas com objetivo de atender regiões em um raio de 600 km de distância o modal rodoviário se sobressai ao ferroviário devido aos custos, quantidade e qualidade das malhas ferroviárias existentes no Brasil (FERREIRA, 2017).



Com o propósito de calcular os custos de utilizar o bagaço de cana-de-açúcar em uma usina siderúrgica, foram levados em consideração os gastos com os insumos de um alto-forno. Os preços do carvão e do bagaço de cana injetados foram dimensionados, como também os gastos para o transporte dos mesmos.

Além disso, simulou-se um cenário onde o alto forno em questão está na cidade de Ipatinga em Minas Gerais. Minas Gerais produz cerca de 60% do ferro gusa nacional e também possui áreas de cultivo de cana-de-açúcar.

O principal preço estabelecido para os importadores é CIF (*Cost, Insurance and Freight*) na ARA (Amsterdã-Roterdã-Antuérpia) e é esse preço que será levado em conta para calcular os custos com a compra do carvão. A Tabela 4 apresenta os preços do carvão no mercado CIF ARA nos meses do segundo e terceiro trimestre de 2018.

Mês de 2018	Preço (US\$)	Preço (R\$)
Abril	81,93	309,7
Maio	89,96	340,05
Junho	96,18	363,56
Julho	100,81	381,06
Agosto	97,33	367,91
Setembro	100,32	379,21

Tabela 4. Preços do carvão em dois trimestres de 2018 (Mercado CIF ARA)

Fonte: Adaptado pelos autores de Global Coal (2018)

* A cotação do Dólar no dia 21/11/2018 era de R\$ 3,78. Fonte: UOL (2018)

O gasto com transporte do carvão até o porto de destino, neste caso analisado, está garantido pelo tipo de contrato firmado. Ao chegar ao porto a melhor forma de realizar o transporte do carvão é por meio de ferrovias. A ferrovia que liga os Portos do estado de Espírito Santo a cidade de Ipatinga é a Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM), de responsabilidade da Empresa Vale.

Tendo em vista que existem tarifas de referência do serviço de transporte ferroviário de cargas e passageiros das ferrovias nacionais, é possível utilizar um simulador tarifário disponível no site da Agência Nacional de Transportes Terrestres (Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), 2018) para determinar o valor do carvão no trecho do Porto a cidade onde se encontra o alto forno.

O preço do bagaço de cana-de-açúcar foi obtido por meio de contato com uma Empresa que atua no segmento de transportes e comercialização de biomassa da agroindústria sucroalcooleira e energética.

O preço da tonelada do bagaço de cana no mês de setembro de 2018 estava em torno de R\$100. E o transporte depende de algumas variáveis, tais como distância percorrida, pedágios, etc.. Assim, a empresa informou que o valor médio do preço por quilometro para o transporte do bagaço em uma carreta com capaci-



dade de 30 toneladas é de R\$6. Utilizou-se a localização de uma usina siderúrgica situada na cidade de Ipatinga – MG. Supôs-se que esta usina se encontra a uma distância aproximada de 600 km de usinas produtoras de cana-de-açúcar e seus insumos.

Considerou-se os custos de matéria prima, transporte e também um alto-forno com capacidade de 3 mil toneladas por dia de ferro gusa. Fez-se um estudo econômico considerando as seguintes situações:

- Alto forno sem injeção de bagaço de cana-de-açúcar.
- Alto forno com injeção de bagaço de cana-de-açúcar.
- Nos dois cenários levou-se em consideração o transporte das matérias primas, sendo o do carvão realizado por modal marítimo e ferroviário e o bagaço da cana pelo modal rodoviário.

6. RESULTADOS

6.1 Alto-forno sem injeção de bagaço de cana-de-açúcar

Um alto forno que produz 3.000 t de ferro gusa por dia irá consumir 1.500t de coque por dia. A produção de coque se dá por meio do carregamento da mistura de diferentes carvões minerais, com diferentes quantidades de materiais voláteis, pelo topo do forno vertical convencional, sendo carregado por gravidade (Oliveira, 2017). O estudo realizado por Oliveira (2017) mostra que são produzidos 86,57% de coque de uma mistura de carvão mineral, ou seja, para a produção de 1.000 t de coque são necessários 1.155,13t de carvão mineral. Tais cálculos foram feitos pela conversão de carvão mineral em coque não levando em consideração os gastos do coqueria (vide tabela 5).

	Dia	Ano
Capacidade de Produção de Ferro Gusa (t)	3.000,00	1.095.000,00
Consumo de Coque (t)	1.500,00	547.500,00
Consumo de Carvão Mineral (t)	1.732,70	632.435,50
Custo do Carvão Mineral (R\$)	657.056,47	239.825.612,98

Tabela 5. Custo com carvão mineral em alto forno sem injeção

Fonte: Elaborado própria a partir de dados do Assis (2014), Oliveira (2017)

O transporte do carvão mineral ocorre por modal marítimo e ferroviário até a usina siderúrgica. O transporte marítimo é de responsabilidade do fornecedor e o valor do frete já está incluso. O transporte do porto a usina siderúrgica é realizado por modal ferroviário.

A ferrovia que liga o Porto no Espírito Santo a usina em Ipatinga no estado de Minas Gerais é a Estrada de Ferro Vitória a Minas da empresa Vale e o valor do frete é calculado através de um simulador tarifário dessa ferrovia. Para retornar o valor da tarifa de qualquer produto transportado na EFVM deve-se inserir no simulador tarifário o produto a ser transportado e a distância percorrida na ferrovia. A tarifa para transportar o carvão mineral entre o Porto Tubarão e Ipatinga (com distância ferroviária de 436 km) equivale a R\$ 43,20 por tonelada de carvão.

Conforme a Tabela 6 a uma distância menor que 600 km o valor para transportar uma tonelada de carvão mineral por quilometro corresponde a R\$ 0,0736 e a parcela fixa por tonelada desse produto é R\$ 11,11. Assim, é possível determinar o valor máximo da tarifa em R\$/t de carvão mineral na Estrada de Ferro Vitória a Minas para a distância pretendida.

Faixas Quilométricas	R\$/t. Km
Até 600	0,07
De 601 a 1000	0,06
De 1001 a 2000	0,06
De 2000 em diante	0,04
Parcela fixa (R\$/t)	11,11

Tabela 6. Tarifas para o carvão mineral na estrada de ferro Vitória a Minas
Fonte: Adaptado pelos autores de ANTT (2018)

De posse do valor tarifário de R\$ 43,20 por tonelada de carvão, calcularam-se os custos relacionados ao transporte de matéria prima para o alto forno sem injeção (vide Tabela 7). Após dimensionar os valores gastos com coque e com transporte, pode-se mensurar o custo de um alto forno sem injeção considerando somente matéria prima e o transporte (vide Tabela 8).

	Dia	Ano
Capacidade de Produção de Ferro Gusa (t)	3.000,00	1.095.000,00
Consumo de Coque (t)	1.500,00	547.500,00
Consumo de Carvão Mineral (t)	1.732,70	632.435,50
Custo com Transporte do Carvão Mineral (R\$)	74.852,64	27.321.213,60

Tabela 7. Custo com transporte para um alto forno sem injeção
Fonte: Elaborado própria a partir de dados do Assis, (2014), Oliveira (2017)

	Dia	Ano
Custo do Carvão Mineral (R\$)	657.056,47	239.825.612,98
Custo com transporte do Carvão Mineral (R\$)	74.852,64	27.321.213,60
Custo Total (R\$)	731.909,11	267.146.826,58

Tabela 8. Custos de um alto forno sem injeção
Fonte: Elaborado própria a partir de dados do Assis (2014), Oliveira (2017)



6.2 Alto-forno com injeção de bagaço de cana-de-açúcar

Em um alto forno com injeção de bagaço de cana, para cada 100kg de bagaço por tonelada de gusa injetado, retira-se do topo do alto-forno 67kg de coque por tonelada de gusa. Sendo assim, utiliza-se 100 kg de bagaço de cana e 433kg de coque por tonelada de gusa produzido (Assis, 2014).

Para dimensionar o custo correspondente da matéria prima gasta em um alto forno com injeção, levou-se em consideração o preço do carvão em setembro de 2018. O preço referente ao bagaço de cana-de-açúcar foi obtido por meio de contato com uma empresa que possui o insumo em seu portfólio de produtos. O valor correspondente à tonelada de bagaço em outubro de 2018 foi cerca de R\$ 100,00. A Tabela 9 apresenta os cálculos da quantidade de matéria prima utilizada em um alto forno com injeção com capacidade de produção gusa igual a 3.000 t/dia.

	Dia	Ano
Capacidade de Produção de Ferro Gusa (t)	3.000,00	1.095.000,00
Consumo de Coque (t)	1.299,00	474.135,00
Consumo de Carvão Mineral (t)	1.500,52	547.689,80
Consumo de Bagaço de Cana (t)	300	109.500,00
Custo do Carvão Mineral (R\$)	569.011,59	207.689.229,98
Custo do Bagaço de Cana (R\$)	30.000,00	10.950.000,00

Tabela 9. Custo com material redutor em um alto-forno prima com injeção de bagaço de cana-de-açúcar.

Fonte: Elaborado própria a partir de dados de Assis (2014); Oliveira (2017)

O cálculo do valor do transporte do carvão mineral segue os procedimentos da seção anterior, levando em consideração o mesmo valor da tarifa para o transporte ferroviário. Uma vez que o estado de Minas Gerais é o maior produtor nacional independente de gusa e apresenta áreas de cultivo de cana-de-açúcar, considerou-se que a biomassa da cana utilizada estaria a um raio máximo de 600 km das usinas. As carretas que transportam o bagaço de cana de açúcar têm capacidade para transportar 30 toneladas a um valor estimado de R\$6,00 por Km, com o uso de matemática básica é possível determinar o custo do frete por tonelada de bagaço. Os cálculos do custo do frete dessa carreta a uma distância de 600 km estão na Tabela 10.

Dados do Frete	Capacidade de uma carreta (t) 30 Preço do frete percorrendo a distância máxima (R\$)	Preço por quilometro percorrido (R\$/Km) 6,00 Preço de uma tonelada do bagaço percorrendo a distância máxima (R\$)
Custo	3.600,00	120,00

Tabela 10. Custo do frete da carreta a uma distância de 600 km

Fonte: Elaboração própria (2018)



Com as taxas para o transporte de carvão e bagaço de cana é possível determinar os custos referentes ao transporte para um alto com injeção, esses valores são apresentados na Tabela 11. Com os custos de matéria prima e transporte, foi determinado o valor que seria gasto em um alto forno caso ocorresse a injeção de bagaço de cana-de-açúcar. A Tabela 12 representa esses valores para uma distância máxima de 600km entre a usina siderúrgica ao fornecedor da biomassa da cana.

	Dia	Ano
Capacidade de Produção de Ferro Gusa (t)	3.000,00	1.095.000,00
Consumo de Coque (t)	1.299,00	474.135,00
Consumo de Carvão Mineral (t)	1.500,52	547.689,80
Consumo de Bagaço de Cana (t)	300,00	109.500,00
Custo com transporte do Carvão Mineral (R\$)	64.822,46	23.660.199,36
Custo com Transporte do Bagaço de Cana (R\$)	36.000,00	13.140.000,00

Tabela 11. Custo com transporte de material redutor para um alto forno com injeção de bagaço de cana-de-açúcar.

Fonte: Elaborado própria a partir de dados do Assis (2014), Oliveira (2017).

	Dia	Ano
Custo de Carvão Mineral (R\$)	569.011,59	207.689,98
Custo do Bagaço de Cana (R\$)	30.000,00	10.950.000,00
Custo com transporte do Carvão Mineral (R\$)	64.822,00	23.660.199,00
Custo com Transporte do Bagaço de Cana (R\$)	36.000,00	13.140.000,00
Custo Total (R\$)	699.834,00	255.439.429,00

Tabela 12. Custos com material redutor e seu transporte para um alto forno com injeção de bagaço de cana-de-açúcar

Fonte: Elaborado própria a partir de dados do Assis (2014), Oliveira (2017)

6.3 Comercialização de crédito de carbono

O mercado internacional de carbono permite a transação das reduções de emissões entre os países em desenvolvimento, dessa forma as empresas que realizam a atividade de produção de ferro gusa podem negociar os créditos de carbono ao reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO_2). Assim a proposta de injeção de biomassa nos alto-forno pode inserir uma usina siderúrgica no mercado mundial de carbono. A Tabela 13 mostra os dados necessários para determinar a quantidade de redução da emissão de CO_2 para o alto-forno analisado.



Itens	Quantidade
Taxa de substituição para injeção de 100Kg de bagaço/t gusa	0,67
Geração de CO ₂ no alto forno sem injeção	1.500Kg/t gusa
Consumo de coque no alto-forno, sem injeção	500 Kg/t gusa
Produção de cana-de-açúcar na safra 2017/2018	72,54 t/hectare
Crédito excedente de CO ₂ no setor sucroalcooleiro	24,22 tCO ₂ /ha/ ano
Relação da produção de bagaço no cultivo de cana-de-açúcar	1/3
Capacidade de Produção de Ferro Gusa no alto forno estudado	1.095.000 t/ano
Consumo de coque no alto-forno estudado, sem injeção	547.500 t/ano
Consumo de coque no alto-forno estudado, com injeção	474.135 t/ano
Consumo de Bagaço de Cana no alto-forno estudado	109.500 t/ano

Tabela 13. Dados compilados para uso nos cálculos de emissão de CO₂

Fonte: Adaptado de Assis (2014)

Em um alto-forno sem injeção ocorre relevantes emissões de carbono, ao utilizar 500kg coque/t de ferro gusa são emitidos 1.500kg de dióxido de carbono (Assis, 2014), e ao injetar bagaço de cana há consequente redução da quantidade de CO₂ produzido. Além disso, de acordo com Chohfi (2004), o cultivo da cana-de-açúcar sequestra 145,3t de CO₂/hectares/ciclo, onde este ciclo de vida compreende 6 anos. Este valor foi estimado a partir do uso energético do etanol e do bagaço na substituição fósseis derivados, principalmente do petróleo.

Analizou-se a redução das emissões de CO₂ com a injeção de bagaço de cana-de-açúcar em um alto forno que produz 3.000 toneladas de gusa por dia. Para isso, considerou-se a quantidade de matéria prima com injeção e sem injeção. Em um ano utiliza-se 547.500 t coque em um alto-forno sem injeção gerando uma emissão de 1.642.500 t de CO₂, e nesse mesmo período de tempo em um alto-forno com injeção de bagaço consome-se menos coque, 474.135t, emitindo assim 1.422.405 t de CO₂, havendo uma redução de 220.095 t CO₂ com a injeção de bagaço de cana.

Segundo dados da CONAB (2018), a produtividade de bagaço de cana na safra de 2017/18 foi de 24,18 t/hectares, e sabe-se que em média o cultivo de cana sequestra 24,22t de CO₂/hectares ao ano. Para suprir a produção anual de um alto-forno com injeção é consumido 109.500t de bagaço de cana, desse modo é necessária uma produção de 328.500t de cana dado que a quantidade de bagaço possui uma relação de 1/3 com a cana-de-açúcar.

De posse desses dados é possível dimensionar que a quantidade de CO₂ absorvida com cultivo da cana é de 329.043,42 t. Assim, ocorre uma redução de 549.138,42 t de CO₂ com a injeção e o cultivo da cana-de-açúcar para um alto forno que produz 3.000t de gusa ao dia. Ao comparar com um alto forno sem injeção, que emite 1642500 t de CO₂, acontece 33,43% menos de emissão de CO₂ ao ano.

O preço médio da tonelada de carbono em novembro de 2018 equivalia a



19,25 euros, o que correspondia a R\$ 84,32. Como o alto-forno que produz 3.000t de gusa ao dia parou de emitir 549.138,42 t de CO₂ com a injeção, o valor médio de crédito de carbono no mercado europeu equivaleu a R\$ 46.303.351,60.

Abaixo são apresentados os cálculos para os resultados de emissões de CO₂:

- Quantidade de CO₂ emitida durante um ano em um alto forno a coque de capacidade de 3.000t ao dia de gusa sem injeção

500 Kg coque/t gusa _____ Produz 1.500Kg de CO₂/t gusa

547.500t coque _____ Produz X Kg de CO₂/t gusa

X = 1.642.500t do CO₂ emitida ao ano no alto-forno sem injeção

- Quantidade de CO₂ emitida durante um ano em um alto forno a coque de capacidade de 3.000t ao dia de gusa, com injeção de bagaço de cana.

500 Kg coque/t gusa _____ Produz 1.500 Kg de CO₂/ t gusa

474.135 t coque _____ Produz X

X = 1.422.405t do CO₂ emitida ao ano no alto-forno com injeção

- Redução de CO₂ emitido durante um ano ao injetar o bagaço de cana no alto forno a coque com capacidade de 3.000t ao dia de gusa.

Redução = Quantidade de CO₂ emitida no alto-forno sem injeção – Quantidade de CO₂ emitida no alto-forno com injeção.

Redução = 1.642.500t – 1.422.405t

Redução = 220.095t de CO₂ que para de emitir com a injeção de bagaço no alto-forno

- Quantidade de CO₂ absorvida no cultivo de cana para suprir a injeção de bagaço durante um ano no alto-forno a coque com injeção

Como o bagaço de cana-de-açúcar apresenta uma relação de 1/3 da cana, compreende-se que é necessária uma produção de 328.500t de cana-de-açúcar ao ano para atender o alto-forno estudado.

$$109500 \text{ t de bagaço de cana} \div \frac{1}{3} = 328500 \text{ t de cana}$$



Utilizando esta mesma relação foi determinada a quantidade de bagaço produzida na safra de 2017/18 no Brasil.

$$\text{Produtividade de bagaço de cana} = 72,54 \frac{t}{\text{hectares}} \times \frac{1}{3}$$

$$\text{Produtividade de bagaço de cana} = 24,18 \frac{t}{\text{hectares}}$$

24,18t/hectare de bagaço de cana _____ Crédito de 24,22 t/hectares CO2

328.500t de cana _____ Crédito X

X = 329.043,42t de CO2 absorvido pela plantação de cana-de-açúcar

- Diminuição total de CO₂ com a injeção e a absorção pela plantação de cana

Quantidade de CO2 emitida com injeção e absorção = Quantidade de CO2 emitida no alto-forno sem injeção - Quantidade de CO2 emitida no alto-forno com injeção - Quantidade de CO2 absorvida pelo cultivo de cana-de-açúcar

Quantidade de CO2 emitida com injeção e absorção = 1.642.500 t - 220.095 t - 329043,42 t

Quantidade de CO2 emitida com injeção e absorção = 1.093.361,58 t de CO2

Redução total = Quantidade de CO2 emitida no alto-forno sem injeção - Quantidade de CO2 emitida com injeção e absorção

Redução total = 1.642.500 t - 1.093.361,58 t

Redução total = 549.138,42 t de CO2

% Redução total = $1 - (1.093.361,58 / 1.642.500) \times 100\%$

%Redução total = 33,43% a menos de emissão de CO2

- Quanto é gerado com a venda do CO₂ que para de emitir com a injeção de bagaço?

1t de CO2 _____ R\$ 84,32

549.138,42t de CO2 _____ R\$ X



$$X = \text{R\$ } 46.303.351,60$$

7. DISCUSSÃO

Foram propostos dois cenários de produção de ferro gusa considerando os custos de material redutor e transporte em altos-fornos com, e sem, injeção de bagaço de cana-de-açúcar e a possibilidade de venda de crédito de carbono no caso de injeção. Na Tabela 14 são representados os custos durante um ano do alto-forno estudado.

Cenários	Custo Ano (R\$)
Alto-forno sem injeção	267.146.826,58
Alto-forno com injeção e sem venda de crédito de carbono	255.439.429,34
Alto-forno com injeção e com venda de crédito de carbono	209.136.077,74

Tabela 14. Comparação dos custos de um alto-forno que produz 1.095.000t gusa/ano
Fonte: Elaborado própria a partir de dados do Assis (2014), Oliveira (2017)

Das alternativas apresentadas na Tabela 14 é fácil verificar qual é o cenário econômico mais viável. Ao injetar bagaço de cana em altos-fornos sem se preocupar com a venda de crédito de carbono ocorre uma redução dos gastos de R\$ 11.707.397,24, equivalente a 4,38% no ano, e ao considerar a inserção da usina no mercado de carbono as despesas com matéria prima e transporte reduzem ainda mais, em um valor de R\$ 58.010.748,84, equivalente a 21,71%no ano.

8. CONCLUSÃO

A utilização de biomassa é uma forma de mitigar os efeitos da emissão de GEE. Uma biomassa que se pode considerar de fácil utilização no Brasil é o bagaço da cana-de-açúcar. Com isso, o presente trabalho fez um estudo econômico da injeção de bagaço de cana-de-açúcar em altos-fornos e com base nos resultados apresentados é possível afirmar que esta prática é responsável por melhorias na produção de ferro gusa. Do ponto de vista do custo econômico, a utilização do bagaço apresenta menores custos de produção, principalmente se atrelada ao mercado de carbono. E do ponto de vista ambiental o uso da biomassa proporciona a redução de emissões de gases do efeito estufa e um novo perfil para as usinas que se propõem em reduzir o uso de carvão na produção.

Em relação aos custos chegou-se a conclusão de que o a injeção do bagaço de cana apresenta uma redução de 4,38% quando as emissões reduzidas não são



comercializadas no mercado de carbono, porém ao optar pela comercialização das emissões no mercado europeu o potencial econômico do projeto cresce e pode levar a uma diminuição de 21,71% nos custos de material redutor e transporte.

Apesar de possuir algumas incertezas associadas à sua formação e projetos, o mercado de carbono já é uma realidade. Os certificados de emissões reduzidas (CER) ainda não podem ser considerados commodities e também não são comercializados em um mercado futuro. Porém a inserção do Brasil nesse mercado deve ser preparada para um futuro onde o país será cobrado para reduzir as emissões (Rocha, 2003).

A viabilidade técnica e econômica do uso do bagaço de cana-de-açúcar nas siderúrgicas pode gerar uma indústria preocupada com a sustentabilidade no longo prazo, que contribui para a redução das emissões de gases do efeito estufa e gerar um crescimento econômico sustentável ao estimular e investir em projetos como este.

REFERÊNCIAS

Alvarenga, A. de P. & Carmo, C. A. F. de S. (2006). **Sequestro de carbono: quantificação em seringais de cultivo e na vegetação natural**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/338847/sequestro-de-carbono-quantificacao-em-seringais-de-cultivo-e-na-vegetacao-natural>

Alves, H. S. R. A. (2014). **Contrato de transporte marítimo internacional de mercadorias no direito cabo-verdiano**. (Dissertação de Mestrado, Universidade de Valladolid). Disponível em: <http://portaldoconehecimento.gov.cv/bitstream/10961/3637/1/Alves%202014.%20Contrato%20de%20transporte%20mar%C3%ADtimo.pdf>

Assis, C. F. C. de. (2014). **Caracterização de biomassas para a sua injeção em altos-fornos**. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto). Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/4435>

Brasil. Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). (2018). **Tabela tarifária estrada de ferro vitória a minas – EFVM**. Disponível em: http://antt.gov.br/ferrovias/arquivos/VALE_Estrada_de_Ferro_Vitoria_a_Minas.html

Brasil. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). (2017). **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar. Observatório agrícola**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>

Brasil. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). (2018). **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar. Observatório agrícola**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2017). *Produção Agrícola*. Disponível em: https://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm

Brasil. Empresa Pesquisa Energética (EPP). (2007). **Plano nacional de energia 2030**. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-PNE-2030>

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2017). **Notícias**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/conferencia-das-partes.html>

Brasil. Ministério de Minas e Energia (MME). (2017). **Notícias**. Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/biomassa-e-a-segunda-maior-fonte-de-energia-em-2016



Calixto, K. O. (2016). **Estudo da viabilidade econômica do biogás em usinas siderúrgicas**. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto). Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6541>

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). (2010). Siderurgia no Brasil 2010-2025. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Siderurgia_no_Brasil_9567.pdf/893da7ee-8608-4251-adc1-10c2bf95b009?version=1.0

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). (2009). **Bioetanol combustível: uma oportunidade para o Brasil**. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/5Bioetanol+de+Ca+na+de+A%C3%A7ucar+2009_6407.pdf

Chohfi, F. M. (2004). Balanço, **Análise De Emissão e Sequestro de CO₂ na Geração de Eletricidade Excedente no Setor Sucro-alcooleiro**. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Itajubá). Disponível em: <https://saturno.unifei.edu.br/bim/0030599.pdf>

Daly, H. E., & Farley, J. (2004). **Ecological Economics: Principles and Applications**. Disponível em: https://indomarine.webs.com/documents/Ecological_Economics_Principles_And_Applications.pdf

Fernandes, M. V. (2007). **Efeito do tipo de carvão injetado nas ventaneiras do alto-forno no consumo de combustíveis (fuel-rate)**. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais). Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MAPO-7R7GX8>

Ferreira, M. A. (2017). Tipos de modais. Disponível em: www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/abrir-PDF/670

Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO). (2017). **Value of Agricultural Production Trade**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

Frangetto, F. W., & Gazani, F. R. (2002). **Viabilização Jurídica do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil**. Distrito Federal, Brasília: Instituto Internacional de Educação do Brasil.

Global Coal. (2018). **Coal Prices**. Disponível em: <https://www.globalcoal.com/coalprices/>

Gomes, E. F., & Pasqualetto, A. (2018). O bagaço da cana-de-açúcar como fonte de créditos de carbono: O caso da usina Jalles Machado S/A. **Research Gate**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/242706139_o_bagaco_da_cana-de-acucar_como_fonte_de_creditos_de_carbono_o_caso_da_usina_jalles_machado_sa_de_goianesia-go

Instituto Aço Brasil. (2018). **Relatório de sustentabilidade**. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br>

Isenmann, A. (2016). O processo do alto-forno e a produção de aço. **Artigo Técnico CEFET-MG** Disponível em: http://sistemas.timoteo.cefetmg.br/nos/media/bd:artigotecnico:quimica:processo_do_alto_forno_03-2016.pdf

Moreira, H. M., Giometti, A. L. B. dos R. (2008). Protocolo de Quioto e as Possibilidades de Inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por Meio de Projetos em Energia Limpa. **Contexto internacional**, 30(1), 9–47. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cint/v30n1/01.pdf>

Nery, G. (2005). Protocolo de Kyoto. **Projeto Buscalegis**. Disponível em: <http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/26754-26756-1-PB.PDF>

Observatório do Clima. (2018a). **Relatório SEEG Emissões de GEE no Brasil e suas Implicações para Políticas Públicas e a Contribuição Brasileira para o Acordo de Paris**. Disponível em: <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2018/08/Relatorios-SEEG-2018-Sintese-FINAL-v1.pdf>

Observatório do Clima (2018b). **Relatório SEEG Emissões dos Setores de Energia, Processos Industriais e Uso de Produtos**. Disponível em: <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2018/05/Relato%C3%81rios-SEEG-2018-Energia-Final-v1.pdf>

Oliveira, R. dos S. (2017). **Produção de Coque Metalúrgico Através da Utilização Parcial de Briquetes de Carvão Mineral**. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto). Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/9089/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Produ%C3%A7%C3%A3oCoqueMetal%C3%Bargico.pdf

Rocha, M. T. (2003) **Aquecimento Global e o Mercado de Carbono: Uma Aplicação do Modelo CERT**.



(Tese de doutorado, Universidade de São Paulo). Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-13052003-163913/publico/marcelo.pdf>

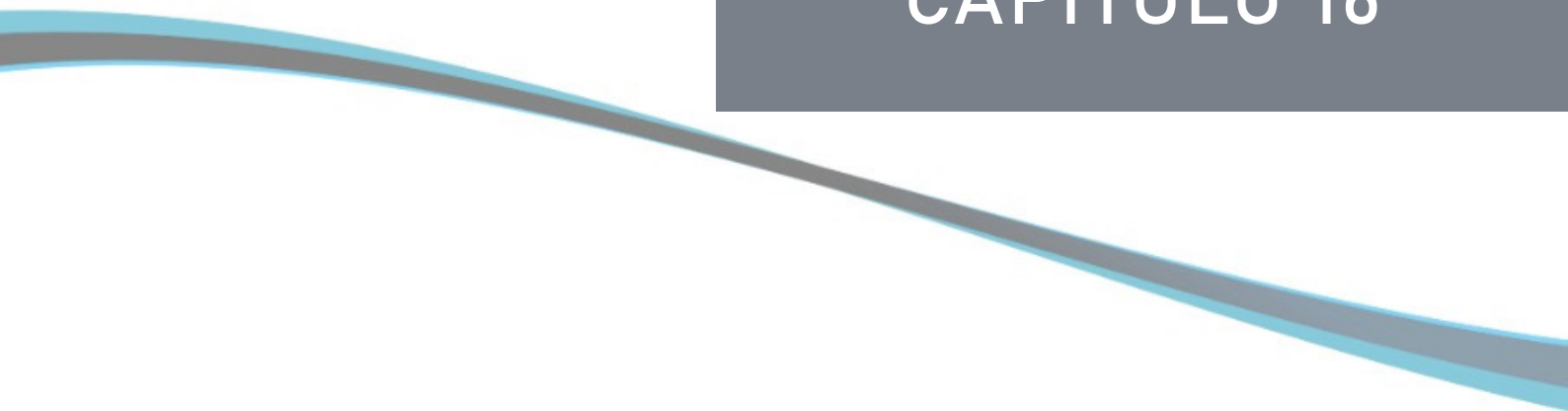
Silva, J. N. S (2016). **Siderurgia**. 2016. Disponível em: <https://docplayer.com.br/11705639-Siderurgia-jose-nazareno-santos-silva-instituto-federal-de-educacao-ciencia-e-tecnologia-para-campus-belem.html>

Sindicato da Indústria do Ferro do Estado de Minas Gerais (SINDIFER) (2016). **Produção de ferro gusa das usinas independentes por estado**. Disponível em: <http://www.sindifer.com.br/>

UOL. (2018). **Cotação do dólar em 21/11/2018**. Disponível em www.uol.com.br

União da Indústria de Cana-de-açúcar (2007). **Produção e uso do etanol combustível no Brasil: Resposta às questões mais frequentes**. Recuperado da União da Indústria de Cana-de-açúcar: Disponível em: http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/producao_etanol_unica.pdf





CAPÍTULO 16

O AVANÇO TECNOLÓGICO E SUAS CONSEQUÊNCIAS NO MERCADO BRASILEIRO DE IMPRESSÃO GRÁFICA

TECHNOLOGICAL ADVANCEMENT AND ITS CONSEQUENCES IN THE
BRAZILIAN GRAPHIC PRINTING MARKET

Daiane Rodrigues dos Santos

Débora Pereira de Mattos

Manuel Fabio Alves Feitosa

Rafael Oliveira Mota

Raquel Neves Umbelino

Resumo

Para que empresas perdurem em um cenário competitivo, é preciso se adaptar e acompanhar o que acontece em seu setor de atuação. Com o mercado gráfico brasileiro isso não foi diferente. O setor apresenta inúmeras possibilidades desde que haja desígnio por parte da companhia para alcançá-las. Há cerca de alguns anos, as vendas no setor de impressão gráfica apresentaram fortes quedas. A chegada da era digital causou grandes impactos e demandou muitas adaptações por parte de agências e gráficas. pois os materiais gráficos entraram em uma fase de desuso. Adicionalmente, o cenário econômico ruim desestimulou muitos investimentos na área. A recuperação tem sido lenta, contudo, novos equipamentos e materiais começaram a ser utilizados. E, é claro, recursos digitais começaram a ser implementados em processos para acompanhar a evolução tecnológica. Hoje, muitas empresas atendem os clientes através de serviços online e ganham mais agilidade em seu trabalho, sem contar a economia significativa de gastos. Este artigo faz uma análise da tecnologia e as consequências deste avanço no mercado de impressão gráfica e como as empresas desse setor, através de inovações, conseguiram se sustentar no mercado brasileiro.

Palavras-chave: Tecnologia; Mercado gráfico; Cultura digital; Modelos

Abstract

For companies to last in a competitive environment, it is necessary to adapt and follow what happens in their industry. With the Brazilian graphic market this was no different. The sector presents many possibilities since there is a design by the company to reach them. About a few years ago, sales in the printing press industry fell sharply. The arrival of the digital age caused great impacts and required many adaptations by agencies and printers. because the graphic materials have entered a phase of disuse. In addition, the bad economic scenario discouraged many investments in the area. Recovery has been slow, however, new equipment and materials have begun to be used. And, of course, digital resources began to be implemented in processes to keep up with technological developments. Today, many companies serve customers through online services and gain more agility in their work, not to mention the significant cost savings. This article makes an analysis of the technology and the consequences of this advance in the market of graphic printing and how the companies of this sector, through innovations, managed to sustain themselves in the Brazilian market.

Keywords: Technology; Graphic market; Digital culture



1. INTRODUÇÃO

O mercado editorial brasileiro, ao menos o impresso, vem passando por um momento de queda na demanda. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) divulgou que o segmento Livros, Jornais, Revistas e Papelarias foi o que sofreu mais queda na Pesquisa Mensal do Comércio (PMC). Entre as justificativas para a contração do mercado está o crescimento do mundo digital (IBGE, 2016). A trajetória declinante desta atividade vem sendo influenciada, em especial no que tange a jornais e revistas, pela substituição dos produtos impressos pelos de meio eletrônico.

De acordo com Ribeiro et al. (2008), o aumento da penetração da Internet a partir do final dos anos 90 trouxe novas oportunidades e desafios para a indústria de mídia impressa, que tem seus modelos econômicos sustentados por dois tipos principais de receita: o mercado leitor e o mercado anunciante. A mídia impressa dispõe de um grande acervo de conteúdo que pode ser disponibilizado com certa facilidade para o meio eletrônico, possibilitando a criação de um fluxo contínuo de conteúdo interessante e atualizado para acesso através da Internet. Alguns estudos apontam que não há confronto entre o meio impresso e o eletrônico. Entretanto, Ribeiro et al. (2008), mostram queda progressiva no tempo que o americano médio consome mídia impressa, enquanto o tempo de consumo de mídias eletrônicas, notadamente a Internet, vem crescendo ano a ano. A previsão, de acordo com Gaia e Ferreira (2009), é que se mantenha a tendência de crescimento do consumo de mídia total no mercado americano, com grande crescimento da Internet em detrimento da mídia impressa, que permanece com seu tempo de consumo em queda. Uma possível estratégia, segundo Ribeiro et al. (2014), nesse mercado é de reposicionar o negócio tradicional impresso para aumentar a utilização dos ativos da empresa na Internet a fim de absorver parte do crescimento deste meio. Entretanto, faz-se relevante questionar se os leitores tenderão a buscar conteúdo e entretenimento na Internet ao invés de buscá-lo nas mídias tradicionais (Dantas, 2009). Até que ponto essa alternativa pode competir com o próprio jornal ou revista impressa? Essas questões colocam novas perguntas sobre a relação da mídia impressa e sua versão eletrônica. As duas mídias podem se complementar, gerando benefícios tanto para a versão impressa quanto eletrônica? A mídia eletrônica pode estar competindo com a mídia impressa tradicional, caminhando para substituí-la? O consumidor avalia a mídia impressa e a mídia eletrônica da mesma forma ou os fatores utilizados para avaliar valor, satisfação e lealdade se relacionam de forma diferente para os dois tipos de mídia? Assim, compreender o comportamento do consumidor em relação à versão impressa e versão eletrônica de um veículo de comunicação faz-se fundamental para apoiar as decisões gerenciais nessa indústria e justifica a relevância da presente pesquisa. Na próxima seção será feita uma análise da tecnologia de dados móveis, na seção 3 será apresentado a análise do mercado editorial bem como o índice acumulado atividades do comércio livros jornais revistas e papelarias. Na seção 4 faz-se uma comparação na relação da in-



ternet móvel com o mercado editorial. Na seção 5 utilizaremos Modelos Estruturais para modelar a relação entre o avanço da tecnologia e suas consequências no mercado brasileiro de impressão gráfica. Na seção seguinte são expostos os resultados e discussões no qual a partir destas são apresentadas as conclusões do estudo.

2. ANÁLISE DA TECNOLOGIA DE DADOS MÓVEIS

Novas concepções surgiram, novas práticas, ocupações, tudo mudou em tão pouco tempo. Fala-se em Sociedade Midiática e em Era Digital; a sociedade passou a ser denominada não por aquilo que é ou pelos seus feitos, mas a partir dos instrumentos que passou a utilizar para evoluir. (Kohn e Moraes, 2007). Nessa atual configuração, outros aspectos passaram a ter relevância na sociedade: valorizou-se o conhecimento; a riqueza dos países passou a ser medida pelo acesso à tecnologia e sua capacidade de desenvolvimento na área; a informação e as práticas relacionadas a ela se tornaram o principal setor da economia. Estes três principais fatores, de acordo com Kohn e Moraes, 2007, levam hoje à instauração de um simbolismo da tecnologia como bem maior, a ser perseguido e incorporado em novas práticas sociais.

A telefonia no Brasil está se modernizando e é inegável a melhoria de infraestrutura vista nas grandes metrópoles, com o 4G, a popularização da fibra, os links a rádio etc. A tecnologia digital permitiu que a notícia fosse distribuída de forma contínua, multiplicando a capacidade de transmissão de conteúdo. Segundo (RIGHETTI E QUADROS, 2008), há uma explicação para essa transformação.

“Se antes as assinaturas dos jornais possibilitaram que o consumidor deixasse de ir à banca, hoje ele não precisa ir sequer à garagem de sua casa ou à portaria do seu prédio. O jornal está disposto, eletronicamente, em seu computador. É, simplesmente, uma nova forma de distribuição da informação” (RIGHETTI E QUADROS, 2009, p. 2).

Os demais meios de comunicação como revistas e jornais deixaram de ter relevância e com isso segundo Mattos (2013), os veículos de comunicação e o comportamento do consumidor de informações. Estudos e previsões apontam para mudanças radicais do uso de plataformas de transmissão da informação. O Brasil está, segundo Martins (2011), acompanhando a onda tecnológica e possui, no mercado, diversos aparelhos modernos que oferecem a possibilidade de se conectar à internet de qualquer localidade, como é o caso dos notebooks, tablets, e aparelhos celulares conhecidos como smartphones. A nova geração de conexão também permite melhor qualidade nas transferências de dados, voz e outros serviços multimídia, assim como a segurança dos dados. O consumo faz parte do dia a dia, e ele é feito cada vez mais por meio da internet. De acordo relatório da PwC (2018), no Brasil, 21% das pessoas realizam compras online semanalmente - o maior índice registrado desde 2014 pela consultoria PricewaterhouseCoopers

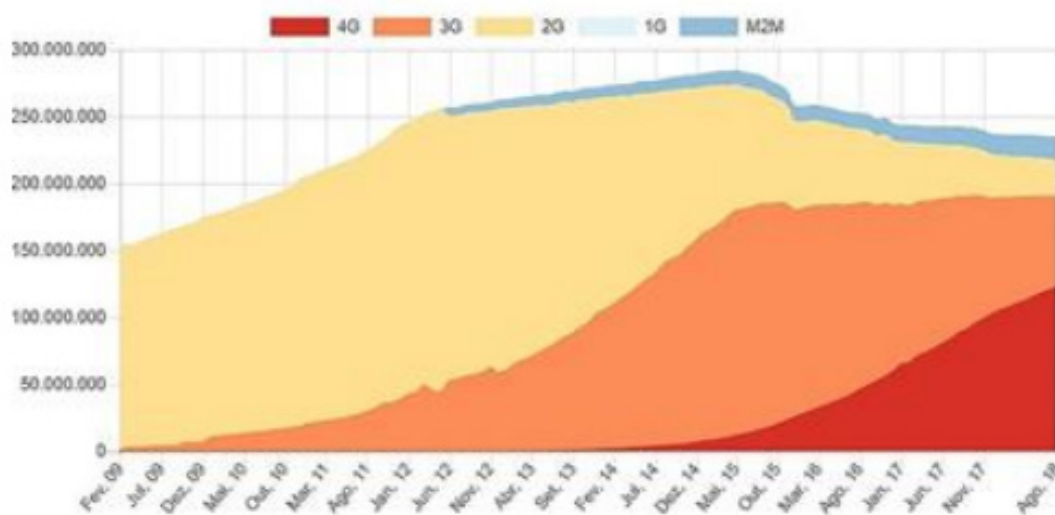


(PwC), que apresentou no dia 03 de abril, o Global Consumer Insight Survey 2018, uma pesquisa que define tendências e características de consumo em 27 países, incluindo o Brasil. Ao todo, a PwC entrevistou 22 mil pessoas entre agosto e outubro de 2017. No Brasil foram 1.001 entrevistados. 41% dos respondentes fazem uso de celulares para suas compras, sejam elas diárias, semanais ou mensais. Nos tablets, são 30%, e nos computadores, 58%.

O Brasil está saindo de um processo de recessão,

“Em escala global, o mundo viveu em recessão entre 2008 e 2014, ou seja, faz quatro anos que o mercado tem evoluído. No Brasil, foi preciso apenas um ano após o período crítico para que as pessoas já estejam mais otimistas, enquanto norteamericanos, por exemplo, ainda estão cautelosos” (Relatório da PwC, p.15, 2018).

Figura 1 - Gráfico da Evolução do número de acessos no tempo



Fonte: Anatel

O gráfico acima, segundo a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), informa a situação mensal da evolução do número de acessos do serviço de telefonia móvel. Para a criação do gráfico, as tecnologias de acesso foram agrupadas da seguinte forma. Tecnologias informadas e sua geração da tecnologia, sendo assim respectivamente: AMPS (1G), GSM- dados até 256kbps (2G), WCDMA- dados > 256kbps, considerados dados banda larga (3G), LTE (4G) e MSM padrão e especial, comunicação destinada a comunicação automática entre equipamentos sem interação ou intervenção humana.

3. ANÁLISE DO MERCADO EDITORIAL

As revistas chegaram ao Brasil juntamente com a corte portuguesa, no início do século XIX. A autorização para imprimir em território nacional veio com a autorização para a instalação da imprensa régia, em 1908, determinada por D. João



VI. No entanto, a primeira revista de que se tem conhecimento, as variedades ou ensaios de literatura, surgiu em Salvador em 1812, seguindo os modelos de revistas utilizados no mundo editorial da época. (SCALZO, p.27, 2003).

Ao longo dos anos, de acordo com Baptista e Abreu (2014), as revistas passam a ter segmentos específicos, e direcionadas a certo público, com o tempo surgem as revistas contendo imagens. *Semana Ilustrada*, foi o veículo de comunicação responsável pelas primeiras fotos publicadas em revistas no território nacional. Em 1864, trouxe aos seus leitores, cenas dos campos de batalha da Guerra do Paraguai, a guerra do Brasil Imperial contra Solano López, o “tirano” governante paraguaio. Em 1991, para Baptista e Abreu (2010) o mercado impresso tem demonstrado nos últimos anos, onde devido a tecnologia, este mercado tem sofrido uma forte queda nas vendas de jornais e revistas impressos, com seus leitores, cada vez mais ligados a era tecnológica, estes buscam praticidade e economia, deixando de comprar exemplares impressos e adquirindo-os de forma online. Segundo reportagem do Valor Econômico, baseada em dados divulgados pelo IBGE, o único setor do comércio que registrou taxa negativa em agosto de 2018, foi o de livros, jornais, revistas e papelaria, com baixa de 2,5%.

Tabela 1 - Índice acumulado atividades do comércio

ATIVIDADES	Mês/Mês anterior (%)			Mês/igual mês do ano anterior (%)			Acumulado (%)	
	JUN	JUL	AGO	JUN	JUL	AGO	No ano	12 meses
COMÉRCIO VAREJISTA	-0,2	-0,1	1,3	1,4	-1,0	4,1	2,6	3,3
Combustíveis e lubrificantes	-2,2	1,2	3,0	-11,6	-8,7	-2,0	-5,9	-5,1
Hiper, supermercados, prods. alimentícios, bebidas e fumo	-3,6	1,9	0,7	4,0	1,3	5,5	4,9	4,8
Super e hipermercados	-3,6	1,3	1,0	4,2	1,4	6,3	5,2	5,3
Tecidos, vest. e calçados	1,7	-0,1	5,6	-4,4	-8,4	2,9	-3,5	0,7
Móveis e eletrodomésticos	4,5	-4,2	2,0	0,7	-6,9	-2,4	-0,8	3,7
Móveis	-	-	-	0,4	-6,7	-3,0	-3,5	0,6
Eletrodomésticos	-	-	-	0,9	-7,3	-2,3	1,3	5,3
Artigos farmacêuticos, med., ortop. e de perfumaria	1,4	0,2	0,9	4,6	5,5	7,4	5,9	6,3
Livros, jornais, rev. e papelaria	0,0	-1,2	-2,5	-11,5	-10,4	-12,0	-9,3	-8,1
Equip. e mat. para escritório, informática e comunicação	3,7	-2,4	0,6	-1,3	-4,1	3,1	-0,5	-2,8
Outros arts. de uso pessoal e doméstico	2,6	-1,7	2,5	8,5	4,6	9,5	7,7	6,5
COMÉRCIO VAREJISTA AMPLIADO	2,7	-0,3	4,2	3,7	2,9	6,9	5,6	6,4
Veículos e motos, partes e peças	16,1	-1,4	5,4	10,4	16,6	15,9	16,4	14,2
Material de construção	11,5	-3,5	4,6	5,6	2,1	5,9	4,7	7,8

Fonte: Valor econômico (Bruno Vilas Boas)

De acordo com dados divulgados pelo IBGE no ano de 2016, o setor editorial teve queda de 16,1% nas vendas, em relação ao ano de 2015. Segundo o Instituto Verificador de Comunicação, que mapeia tanto as edições impressas quanto às

digitais, a circulação dos cinco maiores jornais do País teve uma queda no primeiro semestre de 2016, na comparação com o mesmo período do ano anterior. Grandes nomes de venda de jornais brasileiros, tiveram queda na sua circulação diária, o maior destes, caiu da média diária de 352.925 exemplares no primeiro semestre de 2015 para 304.594 exemplares nos primeiros seis meses de 2016. Em agosto de 2018, a maior editora do país, segundo o Valor Econômico, comunicou que passaria por processos de reestruturações, alterando seu portfólio de marcas, permanecendo apenas 15 títulos, resultando em centenas de demissões na empresa.

“A trajetória declinante desta atividade vem sendo influenciada, em especial no que tange a jornais e revistas, por certa substituição dos produtos impressos pelos de meio eletrônico ” (IBGE, 2016).

Caminhamos por mais uma das transições sociais que transformam a sociedade ao longo dos tempos (KOHN; MORAES, 2007). Para compreender este processo, é preciso não só entender as mudanças da própria sociedade, sejam estas no seu modo de agir, pensar e se relacionar, mas também a evolução dos dispositivos que propuseram e/ou fizeram parte dessas modificações. Entende-se, então, que as transformações sociais estão diretamente ligadas às transformações tecnológicas da qual a sociedade se apropria para se desenvolver e se manter. De acordo com Vilaça (2016), novas concepções surgiram, novas práticas, ocupações, tudo mudou em tão pouco tempo. A sociedade passou a ser denominada não por aquilo que é ou pelos seus feitos, mas a partir dos instrumentos que passou a utilizar para evoluir.

4. RELAÇÃO DA INTERNET MÓVEL E O MERCADO EDITORIAL

A produção e a difusão da informação se deram, primeiramente, pela tradição da cultura oral, armazenada nos manuscritos e repassada por leituras coletivas em comunidades ou grupos restritos. Com o desenvolvimento dos transportes e do comércio, no século XV, essas informações deixaram um pouco de sua restrição para chegar a outras comunidades mais distantes. Foi nessa época, também, que houve uma busca cada vez maior pelo conhecimento e, no século XVII, foram criadas as primeiras universidades (KOHN; MORAIS, 2007).

Um dos principais marcos da propagação das informações, especialmente para o ramo das comunicações, foi o desenvolvimento da prensa gráfica, a partir de Gutenberg por volta de 1450, dando início à comunicação de informações a um número maior de pessoas (Kohn e Moraes, 2007). A imprensa, de acordo com Diniz (2017), com seu desenvolvimento espetacular nos séculos seguintes, é considerada a primeira mídia de massa propriamente dita, criando um hábito de leitura e um interesse maior na busca pela informação. Nos séculos XIX e XX, houve a ascensão da indústria do jornal, que aprimorou a atividade de coleta e de distribuição da notícia e fez surgir profissionais do ramo e internacionalizou a informação.



De acordo com a Prodemge, em seu relatório divulgado em 2017, “A internet será uma super rede global abrangendo toda a humanidade”, disse o economista Luciano Coutinho, lembrando que essa humanidade está sofrendo uma mudança demográfica. De um lado, por uma população que envelhece e que vai precisar da oferta de outros tipos de serviços, muitos via internet; e de outro, por uma população jovem que cresce especialmente na África e na Índia, configurando um novo tipo de demanda de baixa renda.

Segundo dados do Instituto Verificador de Comunicação, mesmo com uma pequena queda da circulação dos jornais impressos brasileiros entre 2013 e 2014 (de 4.393.434 exemplares para 4.392.567), as vendas avulsas diminuíram 7,6%, as assinaturas digitais cresceram 7,5% e as edições digitais mais que dobraram de um ano para outro, 118% (500.370 no ano passado, ante 228.944 no ano anterior). Esses números mostram como é cada vez maior a participação das edições digitais no total de circulação. Outro dado a ser levado em consideração é o volume de acesso às páginas de notícias via dispositivos móveis (tablets e smartphones), que em janeiro de 2014 representava 13% do total e, em dezembro já era 27% considerando que o consumidor passou a substituir os tablets pelos smartphones devido ao aumento das telas dos celulares.

As causas para a redução de leitores são muitas, como apontam Righetti e Quadros (2008), baseados em autores como Meyer (2004) e Bockowski (2004), e “variam desde a concorrência de outros meios de comunicação mais „atraentes“, como a própria TV, à queda do hábito de leitura e seu incentivo nas escolas”, além de apontarem para o fato de que a “Internet acelerou uma crise já existente” (RIGHETTI E QUADROS, 2009).

As causas para a redução de leitores são muitas, como apontam Righetti e Quadros (2008), baseados em autores como Meyer (2004) e Bockowski (2004), e “variam desde a concorrência de outros meios de comunicação mais „atraentes“, como a própria TV, à queda do hábito de leitura e seu incentivo nas escolas”, além de apontarem para o fato de que a “Internet acelerou uma crise já existente” (RIGHETTI E QUADROS, 2009).

5. MODELOS ESTRUTURAIS

Nos modelos estruturais, uma série temporal pode ser decomposta em componentes de interesse, tais como tendência, sazonalidade e ciclo. Uma série temporal pode ser modelada em função de seu próprio passado ou em função de outras variáveis. Neste artigo será utilizado o seguinte modelo estrutural.



$$y_t = \mu_t + \gamma_t + X_t + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (1)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \eta_t, \quad \eta_t \sim N(0, \sigma_\eta^2) \quad (2)$$

$$X_t = \beta X_{t-1} + \zeta_t, \quad \zeta_t \sim N(0, \sigma_\zeta^2) \quad (3)$$

$$\gamma_t = - \sum_{j=1}^{s-1} \gamma_{t-j} + \omega_t, \quad \omega_t \sim N(0, \sigma_\omega^2) \quad (4)$$

Onde:

$$E[\varepsilon_t \eta_s] = E[\varepsilon_t \zeta_s] = E[\varepsilon_t \omega_s] = 0, \forall t, s.$$

$$E[\varepsilon_t \alpha_0] = E[\eta_t \alpha_0] = E[\zeta_t \alpha_0] = E[\omega_t \alpha_0] = 0, \forall t.$$

$$\alpha_t = (\mu_t, X_t, \gamma_t, \gamma_{t-1}, \dots, \gamma_{t-10})', \quad \text{onde } \alpha_0 \sim N(a_0, P_0)$$

Considerando a série mensal, temos a seguinte representação em espaço de estado:

$$\gamma_t = \underbrace{[1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad \dots \quad 0]}_{z_t} \underbrace{\begin{bmatrix} \mu_t \\ X_t \\ \gamma_t \\ \gamma_{t-1} \\ \vdots \\ \gamma_{t-10} \end{bmatrix}}_{\alpha_t} + \varepsilon_t \sim N(0, \underbrace{\sigma_\varepsilon^2}_{H_t}) \quad (5)$$

$$\alpha_t = \underbrace{\begin{bmatrix} \mu_t \\ X_t \\ \gamma_t \\ \gamma_{t-1} \\ \vdots \\ \gamma_{t-10} \end{bmatrix}}_{\alpha_t} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \beta & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & \dots & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix}}_{T_t} \underbrace{\begin{bmatrix} \mu_{t-1} \\ X_{t-1} \\ \gamma_{t-1} \\ \gamma_{t-2} \\ \vdots \\ \gamma_{t-11} \end{bmatrix}}_{\alpha_{t-1}} + \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}}_{R_t} \underbrace{\begin{bmatrix} \eta_t \\ \zeta_t \\ \omega_t \end{bmatrix}}_{\eta_t}, \quad \eta_t \sim N(0, Q) \quad (6)$$

$$Q = \begin{bmatrix} \sigma_\eta^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_\zeta^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_\omega^2 \end{bmatrix}$$

y_t = Índices de vendas no comércio varejista no período t

x_t = volume de acessos à internet via banda móvel no período t



$\varepsilon_t, \eta_t \text{ e } \kappa_t$ = Resíduos ou choques das equações (1,2 e 3)

β = coeficiente a ser estimado via Filtro de Kalman

Introduzimos no modelo quatro variáveis dummies para acomodar os outliers. Para isso, realizamos uma intervenção do tipo pulso inserindo fatores $\lambda_{i,t}$ que explicam os efeitos das dummies:

$$D_{1,t} = \begin{cases} 0, & \text{parat} \neq 2008/01, \\ 1, & \text{parat} = 2008/01 \end{cases}$$

$$D_{2,t} = \begin{cases} 0, & \text{parat} \neq 2010/12 \\ 1, & \text{parat} = 2010/12 \end{cases}$$

$$D_{3,t} = \begin{cases} 0, & \text{parat} \neq 2012/04 \\ 1, & \text{parat} = 2012/04 \end{cases}$$

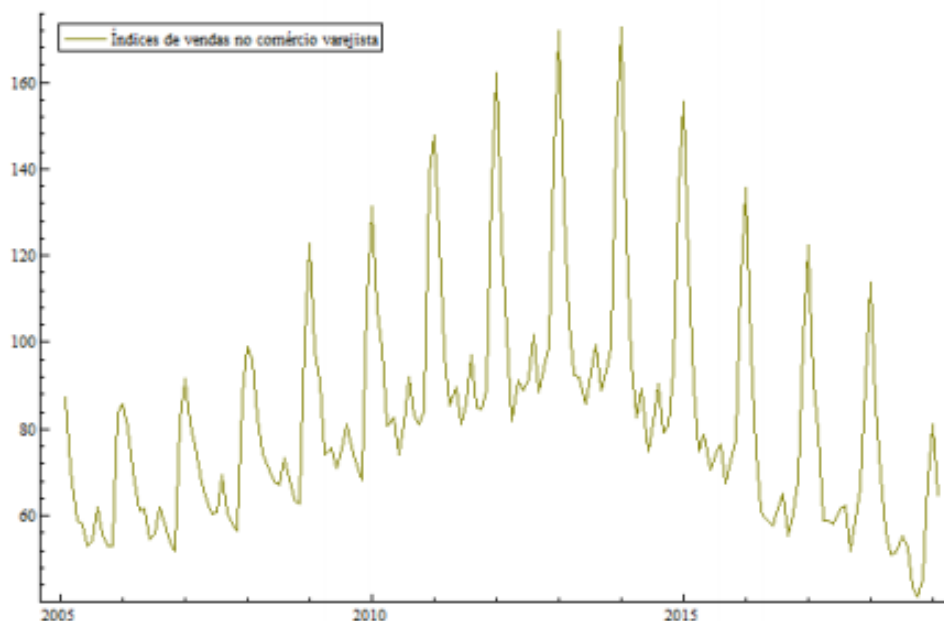
$$D_{4,t} = \begin{cases} 0, & \text{parat} \neq 2017/03 \\ 1, & \text{parat} = 2017/03 \end{cases}$$

A chave para lidar com o Modelo Estrutural é, sem dúvidas, a sua colocação na forma em Espaço de Estado (Equações 5 e 6). Nesse modelo as componentes são estimadas recursivamente através do filtro de Kalman (FK) ou de forma mais completa, utilizando o algoritmo de suavização. Para maiores detalhes sobre modelos estruturais, forma em espaço de estado, Filtro de Kalman e algoritmos de suavização ver: Harvey (1989) e Durbin e Koopman (2001).

5. RESULTADOS

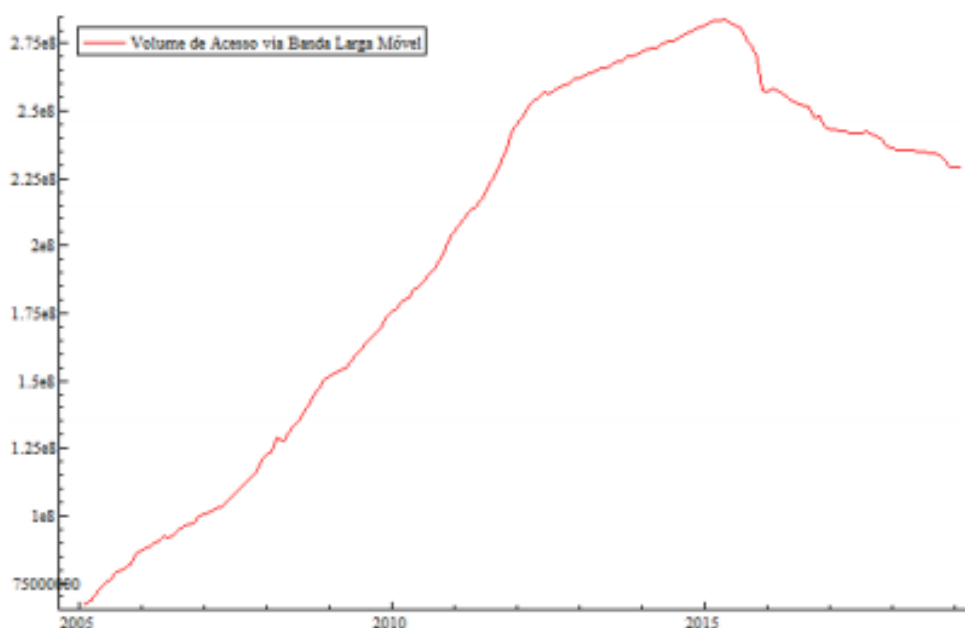
O presente artigo investiga a consequência do avanço tecnológico no mercado brasileiro de impressão gráfica Brasil de fevereiro de 2005 a fevereiro de 2019. Para tal processo utilizamos duas séries temporais de periodicidades mensais. O Índices de volume de vendas no comércio varejista, atividades - Livros, jornais, revistas e papelaria fornecido pelo IBGE e o volume de acessos à internet via banda móvel (ANEEL). As séries estão apresentadas nas Figuras 2 e 3.

Figura 2: Índices de volume de vendas no comércio varejista, atividades - Livros, jornais, revistas e papelaria



Fonte: Elaboração própria com dados publicados pelo IBGEFonte: Editora Pascal (2019)

Figura 3: Volume de acessos à internet via banda móvel.



Fonte: Elaboração própria com dados publicados pela ANEEL.

Como pode ser observado na Figura 2, o índice de vendas no comércio varejista, atividades - Livros, jornais, revistas e papelaria apresentou um crescimento até o início do segundo semestre de 2014 e declínio após esse período. É possível observar também a presença de sazonalidade no período observado. A série contendo o volume de acessos à internet, que neste artigo representa o avanço tecnológico, apresenta um crescimento exponencial de 2005 a 2015 e após um declínio. No primeiro bimestre de 2019, na comparação com o mesmo período de 2015, o



volume de acessos à internet via banda móvel caiu 18,8%.

A Tabela 2 apresenta os componentes estimados utilizando o princípio da verossimilhança Exata.

Componente	Variância	Razão q
Nível (η_t)	0,000000	0.0000
Regressor (ζ_t)	0,0154260	7,543e+010
Sazonalidade (ω_t)	0,154928	7,576e+011
Irregular (ε_t)	2,04505e-013	1,000

Fonte: Elaboração própria no software STAMP.

Como podemos observar na Tabela 2, o baixo valor das variâncias das componentes de nível e irregular nos fornece indícios de que ambas podem ser consideradas não estocásticas. Assim, poderíamos desconsiderar os termos estocásticos e teríamos resultados semelhantes. É importante complementarmos o estudo acima verificando a significância das componentes, bem como dos termos sazonais (Tabela 3).

Tabela 3: Significância dos estimadores

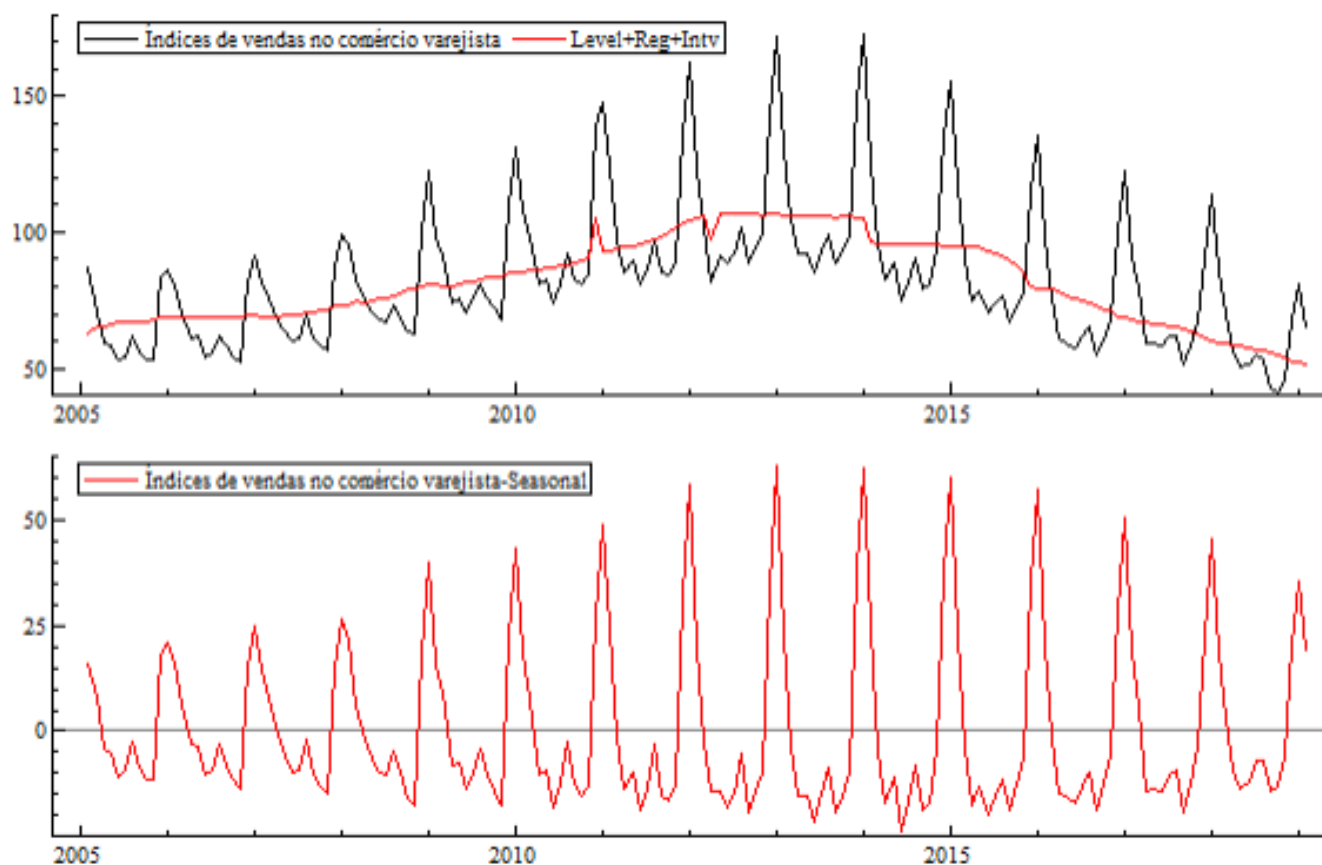
Componentes		
Comp.	Estatística de Teste	p-valor
Nível	7,94104	[0,043412]
Regressor (eq. 3)	-0,76620	[0,04195]
Sazonalidade	657,06860	[0,00000]
Termos sazonais		
Período	Estatística de Teste	p-valor
1	36,645	[0,00000]
2	21,267	[0,00000]
3	1,918	[0,56325]
4	-8,740	[0,00664]
5	-15,049	[0,00004]
6	-12,874	[0,00002]
7	-9,180	[0,00134]
8	9,710	[0,00044]
9	-19,640	[0,00000]
10	-6,110	[0,01801]
11	-1,522	[0,50289]
12	22,997	[0,00000]

Fonte: Elaboração própria no software STAMP.

Como podemos verificar na Tabela 3, rejeitamos a hipótese ao nível de 5% de que as três componentes não sejam significativas, ou seja, isso nos indica que as componentes de nível, regressão e sazonalidade, que aparentemente são significantes. Verificamos ainda como não significantes, os termos sazonais do período 3 e 7.

A Figura 4 apresenta o índice de vendas no comércio varejista, atividades - Livros, jornais, revistas e papelaria, a componente nível e a componente sazonal suavizadas.

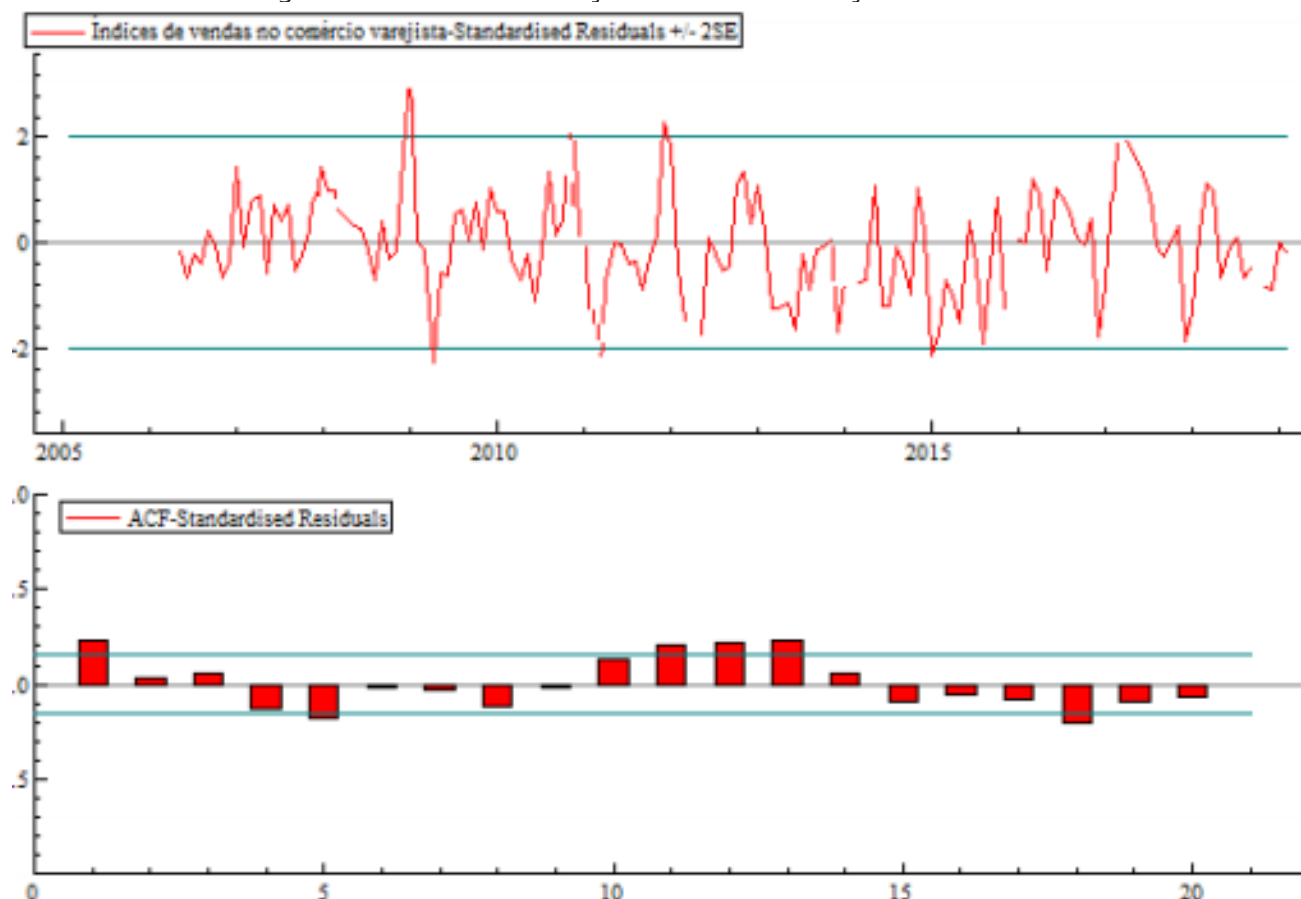
Figura 4: Índice de vendas no comércio varejista, atividades - Livros, jornais, revistas e papelaria, a componente nível e a componente sazonal suavizadas.



Fonte: Elaboração própria no software STAMP

Como podemos observar na Figura 4, a sazonalidade da série apresentou uma amplitude maior entre 2012 e 2015. A série apresentou uma tendência de crescimento de longo prazo (Nível) até 2013 e declínio. Vale ressaltar que neste período de queda no volume de vendas - pós 2014- O país passou por um período de crise. De acordo com dados publicados pelo Banco Mundial, World Development Indicators (WDI), o Produto Interno Bruto (PIB): conceito de paridade do poder de compra per capita em 2015 apresentou queda de 4,4% em relação da 2014. Na comparação 2017 com 2014 a queda foi de 8,3%. Após estimarmos o modelo, um passo fundamental consiste nas análises dos resíduos. Por este motivo, efetuamos a análise através dos gráficos como pode ser observado abaixo.

Figura 5: Resíduos e Função de Auto correlação dos resíduos.



Fonte: Elaboração própria no software STAMP

A Tabela 4 apresenta os testes estatísticos aplicados aos resíduos do modelo.

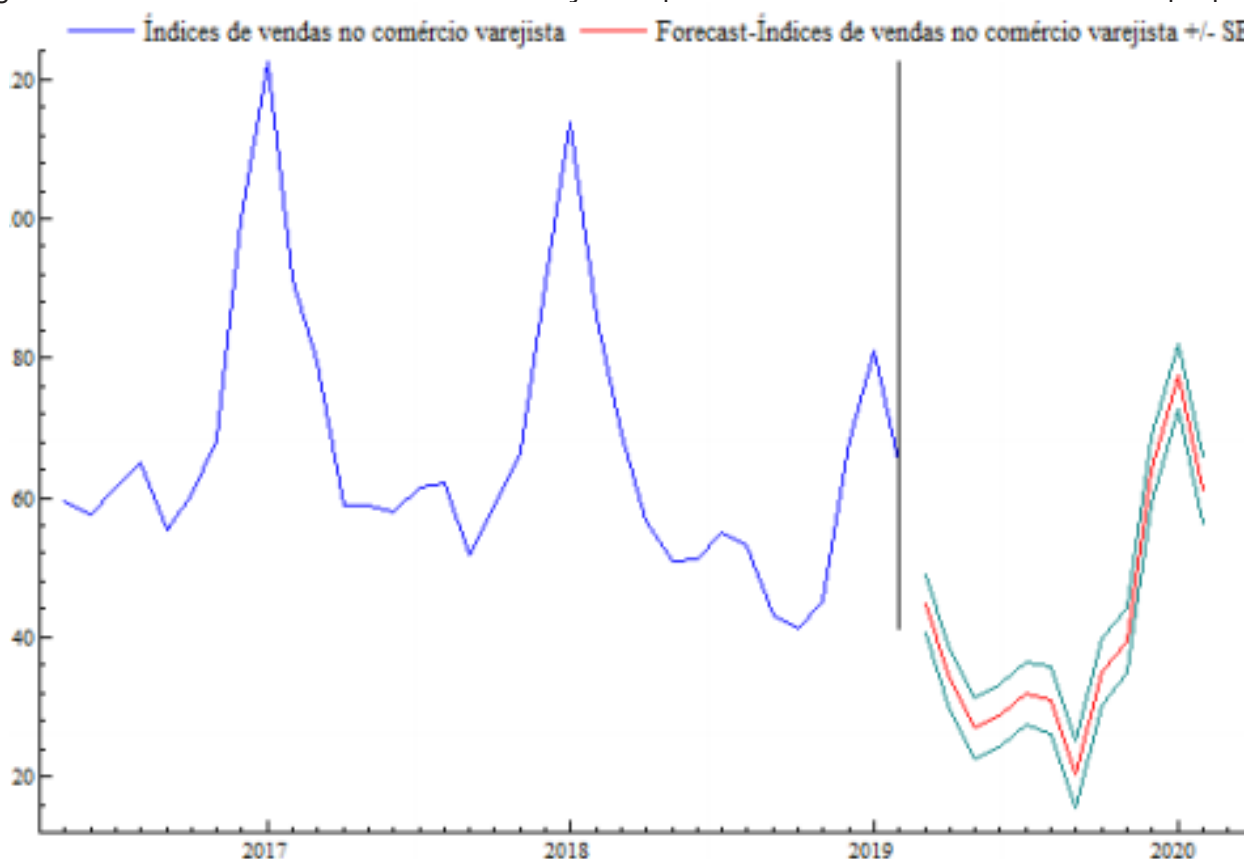
Tabela 4: Critérios de avaliação dos modelos

Testes nos resíduos	Estatísticas de teste
Auto correlação	0,0873
Normalidade	8,6534
Heterocedasticidade (22)	1,683

Fonte: Elaboração própria no software STAMP

De acordo com a Tabela 4, os resíduos não são autocorrelacionados e heterocedásticos. Conforme revelam os resultados dos testes, não foi violada a hipótese de normalidade. Os resultados dos testes residuais são satisfatórios e não há necessidade de implementação de outras estruturas de dependências.

Figura 6: Índice de vendas no comércio varejista e previsões obtidas utilizando o modelo proposto.



Fonte: Elaboração própria no software STAMP.

Na Figura acima, podemos verificar em azul a série observada, em vermelho o valor estimado para o Índice e em verde tracejado o intervalo de confiança de 95%. Podemos observar que o valor esperado para o restante do ano de 2019 apresenta um declínio.

6. CONCLUSÃO

Desde o final do século XX, o mercado brasileiro de impressão gráfica vem passando por drásticas mudanças e transformações. O acesso às informações pelos meios digitais tem resultado na diminuição das assinaturas impressas e da compra direta de jornais nas bancas. Segundo Kohn e Moraes (2007), a sociedade transita hoje no que se convencionou denominar Era Digital. Os computadores ocupam espaço importante e essencial no atual modelo de sociabilidade que configura todos os setores da sociedade, comércio, política, serviços, entretenimento, informação, relacionamentos. Os resultados desse processo são evidentes, sendo que essas transformações mudaram o cenário social na busca pela melhoria e pela facilitação da vida e das práticas dos indivíduos.

Como visto na seção 5 o Modelo Estrutural bivariado apresentou resultado satisfatório pois capturou toda a dependência temporal. De acordo com o modelo proposto (Tabela 3), o aumento do volume de acessos à internet via banda mó-

vel pode gerar uma queda no volume de vendas mercado brasileiro de impressão gráfica. O que corroborou com os resultados de Meyer (2004), Bockowski (2004) e Righetti e Quadros (2009). À medida que o consumo de dados aumenta, o mercado de impressão gráfica reage negativamente, pois os meios de consumo de leitura, sendo a busca por notícias ou até lendo livros atualmente são de fontes digitais. É notório o crescimento de aplicativos destinados a leitura de e-books, até mesmo as editoras têm criado seu próprio aplicativo destinado a leitura de seus livros e diversos outros conteúdos de leitura. Esse crescimento tem se dado, pela praticidade do leitor de ter uma enorme biblioteca disponível na palma da mão, o que facilita o acesso à leitura.

O mercado brasileiro de impressão gráfica passa por um período turbulento. O modelo tradicional de transição de informações se tornou ultrapassado com o avanço tecnológico. Os sites trazem um material dinâmico, nesses os leitores têm a possibilidade de interagir com o escritor e com outros usuários. Outro ponto a ser destacado é a velocidade de disseminação das informações, muitas das vezes de forma gratuita. Diante destas mudanças o mercado brasileiro de impressão gráfica deve se reinventar e se adaptar à nova demanda dinâmica por informação.

REFERÊNCIAS

Bockowski, P. J. **Digitalizing the news. Innovation in online news papers**, Cambridge: The MIT Press, 2004.

Baptista, Í. C. Q.; Abreu, K. C. K. A história das revistas no Brasil: um olhar sobre o segmentado mercado editorial. **Revista Científica Plural** 4. 2010.

Dantas, E. B. Mídia eletrônica, novas mídias e sustentabilidade. Biblioteca on-line de Ciências da Comunicação. Disponível em <http://www.bocc.ubi.pt/pag/dantas-edmundo-midia-electronica-novas-midiassustentabilidade.pdf>. Acesso em: 2009.

Diniz, J. P. A. Práticas De Leitura Nas Mídias Sociais: Influências Da Mídia Social Facebook Na Formação De Leitores Dos Cursos De Graduação Do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. Anais do Interprogramas - XV Secomunica. Brasília, DF, 2016.

Durbin, James.; Koopman, Siem Jan Durbin, and Koopman. Time Series Analysis by Space State Methods. Oxford University Press, 2001.

Gaia, P. N.; Ferreira, D. A. Tendências estratégicas na indústria de mídia impressa: o consumo de informação pelo público jovem. Disponível em https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos09/326_Tendencias%20estrategicas%20na%20industria%20de%20midia%20impressa.pdf.

Kohn, K.; Moraes, C. H. O impacto das novas tecnologias na sociedade: conceitos e características da Sociedade da Informação e da Sociedade Digital. Intercom, XXX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação. 2007, Santos, 2007.

Harvey, Andrew. C. A Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter. 1. ed. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1989.

Mattos, S. A. S. A revolução digital e os desafios da comunicação. UFRB, 2013. Cruz das Almas, BA.

Martins, T.; Roquini, A.; Rocha, V. H.; Junior, A.; Castro, B. de.; Florentino, A. Internet 4G. Rio de Janeiro. Disponível em <http://artigosis5a.blogspot.com/2011/10/internet-4g.html>. Acesso em: 19 de Outubro de 2011.



Meyer, P. The vanishing newspaper – saving journalism in the information age. Missouri: University of Missouri Press, 2004

PricewaterhouseCoopers Brasil Ltda. Do Shopping para o smartphone: os novos hábitos de consumo. **Global Consumer Insights Survey** 2018. Disponível em https://www.pwc.com.br/pt/setores-de-atividade/varejo-e-consumo/assets/2018/05_Do%20shopping%20para%20o%20smartphone%20adapta%C3%A7%C3%A3o%20aos%20novos%20h%C3%A1bitos%20de%20consum.pdf. Acesso em 2018.

Prodemge. O mundo em rede. Informações, serviços e conhecimento na rota da tecnologia. Disponível em: https://www.prodemge.gov.br/images/com_arismartbook/download/7/revista_6.pdf . Acesso em Janeiro a Junho de 2017.

Ribeiro, Á. H. P.; Monteiro, P. R. R.; Martins, F.D. Mídia impressa e eletrônica: uma análise sob a ótica do valor para o cliente na gestão de produtos. RAI Revista de Administração e Inovação 11, no. 1. 6-28. 2014.

Ribeiro, A. H. P.; Monteiro, P. R. R.; Martins, F. D.; Pereira, I. L. O Leitor e sua Relação com a Revista Impressa e a Revista Eletrônica – um estudo de caso. Enanpad 2008. Encontro da XXXII ANPAD 2008. Rio de Janeiro.

Righetti, S.; Quadros, R. Impactos da internet no jornalismo impresso. Com Ciência 2009, Scielo Brasil, ISSN 1519-7654. São Paulo.

Santos, L. S. dos. Implementação de IPV6 em um provedor de internet. Trabalho de conclusão de curso (Formação em Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas). Departamento Acadêmico de Informática. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2016

Vilaça, M. L. C.; Araújo, E. V. F. de. Tecnologia, sociedade e educação na era digital. UNIGRANRIO. 2016, Rio de Janeiro



REDES NEURAIS ARTIFICIAIS: IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA

ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS: IMPORTANCE OF APPLICATION IN
BRAZILIAN INDUSTRY

Matheus Schoffen Turkiewicz
Rodrigo Lanzoni Fracarolli

Resumo

As Redes Neurais Artificiais (RNAs) possuem um importante papel no avanço tecnológico das empresas brasileiras, porém, pesquisas sobre o assunto e suas aplicações são de difícil acesso para o público brasileiro. A partir desse questionamento, um estudo referente a tal avanço da ferramenta no setor industrial do país mostrou-se de grande necessidade. Este estudo inicia traçando um panorama teórico sobre a questão das RNAs, apresentando, em seguida, uma busca por aplicações na indústria brasileira entre os anos de 2010 e 2018 pela plataforma virtual CAPES, no qual resultou em 44 trabalhos publicados. Apartir desses, dois foram escolhidos e apresentados, sendo um deles em uma indústria automotiva e outro em uma indústria de fios, no qual se conclui o amplo espaço de aplicações do instrumento nas indústrias brasileiras, além de encontrar os motivos do difícil acesso do público brasileiro às informações mencionadas e propor mais pesquisas no ramo agroindustrial.

Palavras chave: Redes Neurais Artificiais, Indústria brasileira, Inteligência Artificial.

Abstract

The Artificial Neural Networks have an important function in the technological advancement of Brazilian companies, however, research on the subject and its applications are difficult for the Brazilian public to access. Based on this questioning, a study related to such advancement of the tool in the industrial sector of the country was shown to be in great need. This study begins by tracing a theoretical panorama on the issue of RNAs, and then presents a search for applications in Brazilian industry between 2010 and 2018 by the CAPES virtual platform, which resulted in 44 published works. From these, two were chosen and presented, one of them in an automotive industry and another in a wire industry, which concludes the wide space of applications of the instrument in Brazilian industries, in addition to finding the reasons for the hard Access of the Brazilian public and to propose further research in the agro-industrial sector.

Key-words: Artificial Neural Networks, Brazilian industry, Artificial Intelligence.



1. INTRODUÇÃO

Com a iniciativa do cientista da computação estadunidense John McCarthy (1927–2011), em 1956, uma conferência fora realizada na universidade *Dartmouth College*, onde um estudo de dois meses com alguns dos mais notórios pesquisadores da época fora sucedido no campo que denominaram de Inteligência Artificial (IA). Eles acreditavam que um avanço podia ser alcançado se um grupo cuidadosamente selecionado de cientistas trabalhasse em conjunto por um verão (MCCARTHY, *et al.*, 1955).

Pertencente à computação, a IA tem como base a ligação entre a robótica e a biologia, em que se tenta proporcionar as ações humanas para os computadores; temática mencionada por Charniak e McDermott (1985) e Nilsson (1998). Com o avanço dos estudos na área, percebeu-se que a evolução da IA partira para dois lados: Inteligência Artificial Simbólica (IAS), comportamento gerado de simulações, e Inteligência Artificial Conexionista (IAC), computação baseada na neurociência. Inicialmente, os grandes investimentos foram voltados para estudos e aplicações na área simbólica, por apresentar fundamentos mais concretos e condizentes com a realidade da época. Com tamanho investimento em IAS, suas aplicações foram se saturando e se tornando insuficientes, gerando uma nova perspectiva, desta vez positiva, em relação ao conexionismo, transformando a ideia de apenas o 'fazer' programado das máquinas para o de reconhecer padrões, raciocinar e chegar a conclusões de forma autônoma. Segundo McClelland, Rumelhart e Hinton (1986), os modelos conexionistas "assumem que o processamento de informação ocorre pela interação de um grande número de elementos processadores simples chamados de unidades, cada um enviando sinais excitatórios e inibitórios para os outros".

Com o estudo de Connors, Bear e Paradiso (1996), entende-se que o sistema nervoso biológico é a parte do organismo humano que controla as ações, voluntárias e involuntárias, que funcionam em virtude dos neurônios, células nervosas responsáveis pela transmissão de sinais químicos e elétricos gerando os impulsos nervosos. Caracterizado em corpo celular, dendritos e axônio, o neurônio detecta os neurotransmissores na fenda sináptica por meio dos dendritos e leva esses sinais para o corpo celular, que repassa informações para outros neurônios por meio do axônio, formando assim uma rede neural. Com isso, pode-se dizer "que a transmissão de informação entre neurônios depende do tipo de neurotransmissor e de sua abundância no terminal sináptico e da sensibilidade da membrana dendrítica às excitações" (BARRETO, 2002).

O modelo pioneiro de neurônio artificial foi elaborado por McCulloch e Pitts (1943), surgindo, anos depois, o *Perceptron* (1958), o primeiro modelo de RNA, idealizado pelo cientista da computação Frank Rosenblatt (1928-1971), estabelecido como um algoritmo de aprendizagem supervisionada que após treinamentos definia a classe de uma entrada.



A partir disso, novos modelos foram surgindo, expandindo o significado e as aplicações das RNAs. Seus algoritmos otimizam o tempo, solucionam problemas e realizam tarefas com maior precisão do que as realizadas por seres humanos, além de criar uma interação comunicativa entre computadores contribuindo para o avanço da indústria 4.0

A capacidade *aprender* das máquinas é o subsídio essencial para a ferramenta da IA. Conforme Barreto (2002), “aprender é o ato que produz um comportamento diferente a um estímulo externo devido às excitações recebidas no passado e é, de certa forma, sinônima de aquisição de conhecimento”. Para Braga (2000), a capacidade de *aprender* por meio de exemplos e de *generalizar* a informação aprendida é o atrativo principal da solução de problemas com utilização de RNAs.

Neste estudo, o foco foram aplicações nas indústrias brasileiras, a partir dos novos modelos de atuação, apresentando-se inicialmente uma revisão bibliográfica dos principais fundamentos, seguida de uma análise geral de publicações na área e de duas aplicações práticas. Por fim, apresenta-se uma conclusão acerca do avanço da ferramenta no setor industrial do país.

2. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

Com a premissa de que se uma máquina tivesse os componentes do cérebro ela funcionaria como tal, o primeiro modelo de neurônio artificial surgiu com McCulloch e Pitts em 1943. O modelo de McCulloch se baseia em um neurônio biológico, cujo funcionamento ocorre por meio da lógica matemática: sinais de entrada multiplicados por pesos sinápticos (representando os dendritos), em que o somatório (corpo celular) desse vetor de entradas produz um valor de saída (axônio), dando funcionamento ao neurônio. Para este modelo “a saída de um neurônio assume o valor 1, se o campo local induzido daquele neurônio é não-negativo, e 0 caso contrário” (HAYKIN, 2001, p.39).

Com isso, concluíam que, com determinados números de neurônios ajustados de maneira apropriada, poderiam formar uma rede neural artificial, de funcionamento para qualquer modelo computacional que se desejasse obter. Além do primeiro modelo de neurônio, os trabalhos de Hebb (1949) e Rosenblatt (1958) ajudaram o desenvolver do tema.

As redes neurais formaram-se a partir do agrupamento de neurônios, mas sua funcionalidade requer um planejamento em seu algoritmo de aprendizagem, podendo a rede ser estruturada de maneira acíclica ou recorrente. Nas de tipo acíclica, a presença de neurônios ocultos organiza as entradas, podendo atuar em camadas, de forma que os mesmos viabilizam o funcionamento das RNAs. Nas de tipo recorrente, há a presença de pelo menos um laço de realimentação, ou seja, a saída de um neurônio transfere-se para as entradas de outros, aumentando a



capacidade de funcionamento, podendo, ou não, contar com o uso de neurônios ocultos.

Para a criação de um algoritmo de aprendizagem é importante ressaltar a sequência de acontecimentos que uma rede neural está sujeita a sofrer. Segundo Haykin (2001), pode-se entender a sequência de eventos mencionada em uma estimulação causada pelo ambiente, modificações nos parâmetros livres e a resposta ao ambiente. Com isso, entende-se que inexistente um algoritmo de aprendizagem único, contudo, existe “um conjunto de ferramentas representado por uma variedade de algoritmo de aprendizagem, cada qual oferecendo vantagens específicas” (HAYKIN, 2001, p.76).

A aprendizagem é definida por Mendel e McClaren (1970) como um processo pelo qual os parâmetros livres de uma rede neural são adaptados por meio de um processo de estimulação pelo ambiente na qual a rede está inserida, concluindo que o algoritmo de aprendizagem é um conjunto de regras pré-estabelecidas para solucionar um problema de aprendizagem.

As técnicas de aprendizagem surgiram na intenção de auxiliar o criador, podendo ser mescladas para formarem as redes que necessitam.

Existem maneiras de facilitar o desenvolvimento de uma rede neural a partir de técnicas já existentes de aprendizagem. Algumas técnicas vistas como base são:

Por correção de erro: os pesos sinápticos ajustam-se a partir de cada passo até atingirem um estado estável, idealizado a partir da regra delta elaborada por Widrow e Hoff (1960);

- Baseada em memória: pela regra do vizinho, na qual se reconhece padrões a partir dos neurônios mais próximos;
- Hebbiana: de acordo com Hebb (1949) “se dois neurônios em ambos os lados de uma sinapse são ativados sincronamente e simultaneamente, então a força daquela sinapse é seletivamente aumentada”, ou seja, o neurônio que está prestes a causar uma excitação em outros, quando participando de uma ação, aumenta sua eficiência;
- Competitiva: uma competição entre os neurônios em que se consiste vencedor aquele que possui o campo local induzido maior que o dos outros, anulando o campo dos perdedores; aprendizado debatido por Rumelhart e Zipser (1985);
- Boltzmann: consiste em atingir o mínimo da função de energia, baseada na mecânica estatística de Maxwell e Boltzmann.



Esses e outros modelos podem ser classificados em dois tipos: aprendizagem supervisionada, exigindo “a disponibilidade de um conjunto de treinamento formado por pares de vetores de entrada e saída, chamados pares de treinamento”, como aqueles de técnicas baseadas em aprendizagem por correção de erro, ou não supervisionada, no qual “o conjunto de treinamento consiste somente de vetores de entrada” como os de aprendizagem de Boltzmann (FABRO, 2001).

Alguns exemplos de algoritmos de aprendizagem são *Backpropagation*, supervisionado e de fácil compreensão baseado no gradiente de uma função erro – considerado por Barreto (2002) como a generalização da regra delta – sendo o mais utilizado na literatura, e *Conjugate gradient descent*, utilizado em redes *Multilayers perceptrons* (MLP) junto do primeiro algoritmo mencionado.

A RNA mais simples já criada, e a primeira, utilizada como uma introdução para o uso de redes é o *perceptron*. Criado por Rosenblatt (1958), fora um avanço do modelo de McCulloch, criado para resolver problemas simples com funções lineares.

Outro famoso exemplo de rede neural artificial é a MPL, desenvolvido por Minsky e Papert (1969), constituída pela aprendizagem por correção de erros, no qual ocorrem padrões de treinamentos a fim de otimizar a rede, ajustando os pesos sinápticos. Muito semelhante ao *perceptron*, esta possui mais de uma camada de neurônios ligados em uma alimentação direta, capaz de realizar operações lógicas simples e complexas, além de reconhecer, classificar padrões e controlar robôs.

O tipo de aplicação orienta o criador a analisar quais modelos de aprendizagem e de rede são mais viáveis para seu estudo e uso, podendo aplicá-los, como será mostrado nesse artigo, nos setores industriais.

3. METODOLOGIA

Este artigo sustenta-se em uma pesquisa bibliográfica, ancorando-se no conhecimento da literatura já existente acerca do assunto RNA, buscando, nas publicações já referendadas, subsídios para uma análise condizente e coerente com a realidade, acerca do que vem sendo aplicado deste conhecimento no mundo social. A partir desse repertório adquirido, é construído um percurso analítico, pois, por meio de argumentos já escritos torna-se possível comprovar ou refutar um assunto em estudo.

Para esta pesquisa, primeiramente tomou-se conhecimento do assunto RNA por meio de artigos avulsos, vídeos e páginas de *web sites*. Com tal conhecimento absorvido, elaborou-se um resumo do que fora lido até então, aprofundando-se acerca do assunto com artigos científicos divulgados em revistas relevantes da área e obras bibliográficas acerca da temática em questão.



Desse modo, parte-se do princípio básico de uma pesquisa bibliográfica que “é então feita com o intuito de levantar um conhecimento disponível sobre teorias, a fim de analisar, produzir ou explicar um objeto sendo investigado” (CHIARA, KAI-MEN, *et al.*, 2008).

Depois do levantamento bibliográfico realizado, fez-se uma pesquisa *online* na CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) com as palavras chaves ‘Redes Neurais’ e ‘Indústria’ - seleção acerca de aplicações do objeto de estudo no setor industrial - escolhendo, então, dois artigos para uma análise em relação à importância das RNAs no campo industrial brasileiro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A busca por publicações na área em estudo, a partir da CAPES, resultou em 44 artigos publicados. A Figura 1 apresenta o número de publicações de artigos referentes às aplicações das redes neurais dentro do setor industrial no período de 2010 a 2018, sendo representado por número de publicações por ano.

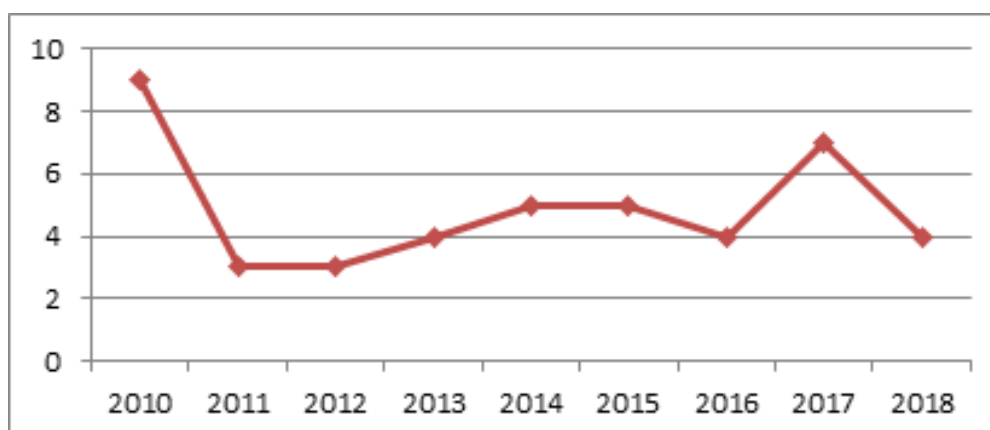


Figura 1 – Artigos publicados por ano das publicações.
Fonte: Próprio autor

Por meio do gráfico apresentado tem-se um panorama do quão pouco as aplicações na área estão sendo publicadas, apesar de que uma conclusão geral do número de estudos aplicados torna-se impossível de se calcular por motivos como: i) a análise fora feita apenas em uma plataforma; ii) possíveis resultados não tão relevantes ao tema encontrado na CAPES; iii) existência de aplicações exclusivas dos criadores; iv) muitos trabalhos utilizados apenas para trabalho de conclusão de curso, dissertações de mestrados e teses de doutorados; v) trabalhos encontrados apenas em outras plataformas de buscas ou em páginas de *web sites*.

Por resultados de pesquisas, com o tema ‘indústria’, em países como os Estados Unidos (terra natal da IA) e Alemanha (idealizadora da quarta revolução industrial) não terem sido encontradas de maneira direta e organizada, nas plataformas de busca, ao contrário dos resultados encontrados em relação ao Brasil na CAPES, uma comparação entre os países torna-se insuficiente para o presente estudo, po-

rém, é notória a quantia de trabalhos que são encontrados nesses países, de modo que uma comparação entre os três citados resultaria no tamanho atraso sofrido no Brasil em estudos de redes, independente do modelo de aplicação e do ramo.

Mesmo com o atraso brasileiro, encontram-se publicações de trabalhos satisfatórios, que podem servir de base crítica para os que duvidem do potencial das RNAs nas indústrias. A partir de dois artigos encontrados na CAPES, torna-se possível entender como vem sendo utilizada a ferramenta nas indústrias brasileiras, além de auxiliar em uma melhor compreensão acerca do tema em questão.

O estudo *Aplicação de redes neurais artificiais na indústria de fios de algodão* de Antoneli e Neitzel, publicado na GEPROS (Gestão da Produção, Operações e Sistemas) em 2016, teve como foco de pesquisa uma indústria de fio, da qual foram coletados os dados para o desenvolvimento de uma RNA, em uma linha de produção convencional do ramo, voltada para a determinação das “informações da qualidade do fio, utilizando os valores das características das fibras e definições de alguns ajustes do processo”, utilizando uma rede *Multilayer Perceptron*, contendo 18 neurônios (11 neurônios de entrada e 7 na saída) e dois tipos de aprendizagem: *Backpropagation* e *Conjugate gradient descent*, selecionada e desenvolvida pela ferramenta *Intelligent Problem Solve* (IPS) do *software Statistica Neural Networks* (SNN). O SNN admite a divisão de um conjunto de dados em três subconjuntos em forma randômica: treinamento, seleção e teste; sendo os dados divididos em uma proporção padrão do *software* que pode ser modificado conforme a necessidade do usuário. O IPS cria e testa redes neurais baseando a eficiência a partir do melhor desempenho: uma técnica de aprendizagem competitiva.

Entende-se que a produção de fios é um processo genérico. Com isso, a partir das características das fibras (Vetor A) e dos ajustes maquinários (Vetor B) torna-se possível uma RNA prever um Vetor C, que no caso é a qualidade do fio que fora produzido; visto que as redes são basicamente modelagens de vetores informativos. Esse processo é analisado visualmente na Figura 2.

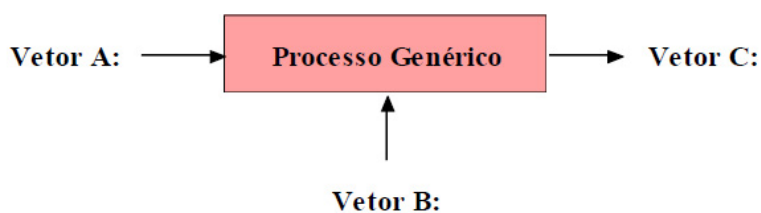


Figura 2 – Estrutura básica de um processo genérico.
Fonte: Antoneli e Neitzel (2016)

A coleta de dados baseou-se nos registros mantidos pela empresa no sistema próprio, em *softwares* e planilhas da ferramenta *Microsoft Excel*, buscando primeiramente os dados da qualidade da fibra e, em seguida, os da qualidade do fio. A extração de dados apresentou dificuldades por a empresa não apresentar um padrão de preenchimento das planilhas. Os autores contaram com alguns problemas na compatibilização dos dados em relação ao espaço de tempo e com o tempo perdido durante o processo industrial. Não existia uma constância a cerca do tempo

por apresentar dias em que não ocorriam carregamentos da matéria-prima, além da existência de estoques reguladores na indústria. Porém, o problema do tempo fora contornado com a criação de uma variável que somava 48 horas à data da remessa, habilitando a aplicação da rede a partir da análise de dados de uma média das propriedades das fibras processadas nas remessas, cálculo explicado no item 3.1 da publicação da revista. A união de todos os dados resultou-se em 4.450 registros no período de 10 de junho de 2001 a 11 de maio de 2004.

Tendo como base de treinamento os algoritmos *Backpropagation* e *Conjugate gradient descent* a ferramenta IPS responsabilizou-se em encontrar a melhor rede neural para o problema. Tal rede, após todas as análises mencionadas e algumas especificamente detalhadas somente pelo trabalho original, é representada pela Figura 3, com descrição das variáveis de entrada e de saída. A rede fundamenta-se na “função de ativação linear na camada de entrada, função de ativação hiperbólica nas camadas intermediárias e função de ativação sigmoideal na camada de saída”.

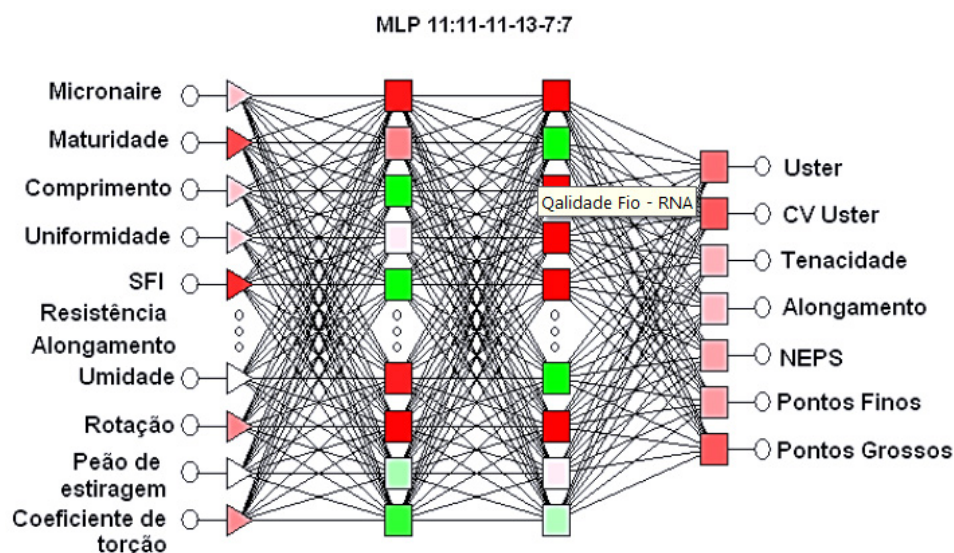


Figura 3 – Estruturada RNA utilizada para determinar a qualidade do fio.
Fonte: Antoneli e Neitzel (2016)

Com o trabalho mencionado, graças aos problemas enfrentados na obtenção de dados e fatores externos (características da formação da matéria-prima) mostrou ser impossível determinar uma solução ótima em qualidade por meio das redes, mostrando, porém, eficiência na simulação da produção, podendo comprovar o bom empenho da RNA em demonstrar variações sofridas por fios de fibras de algodão, em questão de qualidade, quando alterado o ajuste do processo ou a composição da matéria-prima.

Observa-se que, na empresa, a má gestão de dados interferiu diretamente na eficiência da RNA. Visto essa gestão como base da IA e da Indústria 4.0, mostra-se uma interferência direta e negativa na evolução do país, sabendo que as indústrias nacionais em geral possuem uma carência na organização e manutenção de dados, enquanto as do exterior, em países como a Alemanha, o avanço é surpreendente e ilimitado, comprovando a necessidade e urgência em concentrar-se na área.

O trabalho de Affonso e Sassi *Aplicação de redes Neuro Fuzzy ao processamento de peças automotivas por meio de injeção de polímeros*, publicado na *Production* em 2015, baseou-se em uma indústria automotiva, com a construção de um “modelo de inferência que previu o tempo de ciclo de processos de injeção de polímeros”. O trabalho citado constituiu-se em uma comparação entre duas redes neurais artificiais, *Multilayer Perceptron* (MLP) e *Radial Basis Function* (RBF) juntas da lógica *Fuzzy*.

Os parâmetros dos processos industriais tendem a ser de fácil obtenção e controle, porém muitos fatores podem contribuir para o contrário graças às grandes quantidades de variáveis e de fenômenos físicos. Para esses casos de difíceis controles de parâmetros uma modelagem matemática objetiva torna-se insuficiente, como é o caso de uma produção a partir da injeção de polímeros. Por esses problemas, o uso da lógica *Fuzzy* foi indispensável no trabalho de Affonso e Sassi, pois a mesma possui capacidade “de transformar variáveis linguísticas em regras”.

A RNF (Rede Neural *Fuzzy*) MLP teve o algoritmo construído com o auxílio do *software* SCILAB 5.1, enquanto que a RNF RBF fora totalmente projetada pelos autores. Ambos os algoritmos habilitaram uma análise das funções de ativação da rede e alguns parâmetros de programação, passando as mesmas por experimentos computacionais a fim descobrir a eficiência.

A base de dados do trabalho constitui-se em trabalho de campo, acompanhamento de *tryouts* e contato com especialistas na área. Com a base solidificada foram projetadas funções para cada variável contida no processo de injeção, tendo por subsídios manuais, normas técnicas, características das matérias-primas e bibliografias a cerca do tema, além de, principalmente, conhecimento dos especialistas.

As dificuldades encontradas para o estudo foram de que o processo de injeção de polímeros é de dependência do especialista humano, apresentando também um caráter não linear e de multifenômeno, mas que com a lógica *Fuzzy* e com as RNAs, a captação e análise de incertezas fora de caráter positivo.

Por fim, concluíram que as RNF, mostraram-se ser estabelecidas como mecanismo de inferência em peças injetadas, independente do material e da geometria, além de apresentarem um ótimo potencial de utilização para predição de tempos de ciclos e qualidades das peças.

Por meio dos trabalhos apresentados, verifica-se que as principais dificuldades na construção de uma RNA são as incertezas nas coletas de dados e nos processos fabris. A má organização, tanto da empresa como do pesquisador, pode gerar resultados insatisfatórios relacionados à aplicação, porém, as aplicações mencionadas, mostraram-se positivas, apesar de algumas inconfiabilidades nos processos produtivos e nas coletas de dados, mostrando que as redes neurais possuem um enorme potencial de uso nos setores industriais; pois com elas, os processos in-



dustriais tornam-se mais eficazes e satisfatórios, além de forçar uma melhoria na organização da empresa.

Com base no exposto, entende-se o grande potencial das redes neurais na indústria e a necessidade de maiores investimentos no ramo, visto que as redes possuem um desempenho satisfatório para os que aplicam.

O fato de o Brasil ser um país em desenvolvimento torna a utilização da inteligência artificial, especialmente das RNAs, de suma importância para o desempenho do país, possibilitando um número de aplicações ilimitado, além de eliminar perdas, controlar os gastos e diminuir as incertezas nas etapas produtivas, que ocorre, muitas vezes, devido a alguma ação irregular humana.

5. CONCLUSÃO

Com este trabalho pode-se observar as dificuldades na busca de informações sobre as redes neurais, informações encontradas, muitas vezes, em línguas estrangeiras, especialmente em inglês, sendo um dos motivos do atraso brasileiro no assunto; tendo em vista o escasso número de publicações, a dificuldade em se fazer uma pesquisa bibliométrica com publicações nacionais, torna-se viável um maior investimento em pesquisas na área, no qual a partir de publicações, conhecimentos e informações poderiam ser compartilhados, auxiliando leigos ao assunto, além de abrir um leque de possibilidades para aplicadores que se visam sem rumo ou sem experiência.

Por ser um instrumento de práticas ilimitadas em qualquer setor, uma pesquisa direta e organizada referente às aplicações industriais fora de difícil encontro, porém, com a utilização do banco de dados de periódicos da CAPES, o resultado encontrado mostrou-se de enorme ajuda para o entendimento acerca do avanço das RNAs no Brasil, tendo-o em vista como lento e atrasado, no qual as aplicações apresentam-se modeladas de maneira simples, ou seja, poderiam ser manipuladas juntamente com outras técnicas de Inteligência Artificial ou com algoritmos de aprendizagem mais complexos para resultados mais precisos e positivos.

A eficiência da CAPES fora de suma importância para este estudo, apesar de que alguns artigos encontrados não se mostraram tão precisamente relacionados à indústria; no qual uma plataforma virtual de periódicos com um número maior de publicações de maneira mais organizada mostrar-se-ia de grande viabilidade para um estudo bibliométrico acerca das aplicações, pois se podem achar muitos trabalhos publicados em outras plataformas e em diversas páginas de web sites que não se encontram na utilizada para este trabalho.

Os dois artigos apresentados são de áreas diferentes, sendo um de uma indústria de fio e a outra de uma indústria automotiva, demonstrando a versatilidade



de aplicações da ferramenta conexcionista, podendo levar estudos a outros setores industriais, como o setor agroindustrial que muito se encontra aplicável no Brasil.

Para os que tendem estudar e aplicar a ferramenta mencionada em alguma indústria aconselha-se uma padronização de armazenamento de dados da empresa, no qual a coleta dos mesmos está relacionada diretamente com a modelagem e com a eficiência. Uma boa gestão de dados ocasionará uma evolução industrial no país com aplicações notoriamente ilimitadas.

REFERÊNCIAS

AFFONSO, CARLOS DE OLIVEIRA; SASSI, RENATO JOSÉ. **Aplicação de redes Neuro Fuzzy ao processamento de peças automotivas por meio de injeção de polímeros**. Production, v. 25, n. 1, p. 157-169, 2015.

ANTONELI, GILBERTO CLÓVIS; NEITZEL, IVO. **Aplicação de redes neurais artificiais na indústria de fios de algodão**. GEPROS, Bauru, nº 2, p. 1-20, 2016.

BARRETO, JORGE MUNIZ. **Introdução às Redes Neurais Artificiais**. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~j.barreto/tutoriais/Survey.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

BOLTZMANN, LUDWIG. **Weitere Studien über das Wärmegleichgewicht unter Gasmolekülen**. Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. vol. 66, p. 275-370, 1872.

BRAGA, ANTÔNIO DE PÁDUA; CARVALHO, ANDRÉ PONCE DE LEON F; LUDERMIR, TERESA BERNARDA. **Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

CHARNIAK, EUGENE; MCDERMOTT, DREW. **Introduction to Artificial Intelligence**. Addison-Wesley, 1985.

CHIARA, IVONE. DI.; KAIMEN, MARIA JÚLIA; CARELLI, ANA ESMERALDA. **Normas de documentação aplicadas à área de Saúde**. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.

CONNORS, BARRY. W.; BEAR, MARK. F.; PARADISO, MICHAEL. **A. Neuroscience: Exploring the brain**. Wilkins, 1996.

FABRO, JOÃO ALBERTO. **Redes Neurais Artificiais**. Disponível em <<http://www.dainf.ct.utfpr.edu.br/~fabro/IF67D/redesneuraisartificiais.pdf>>. Acesso em: 9 dez. 2018.

HAYKIN, SIMON. **Redes Neurais, Princípios e Prática**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

HEBB, DONALD OLDING. **The Organization of Behavior: Neuropsychological Theory**. New York: Wiley, 1949.

MCCARTHY, JOHN.; MINSKY, MARVIN L.; ROCHESTER, NATHANIEL; SHANNON, CLAUDE E. **A Proposal For The Dartmouth Summer Research Project On Artificial Intelligence**. 1955.

MCCULLOCH, WARREN STURGIS; PITTS, WALTER HARRY. **A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity**. Bulletin of mathematical biophysics, v. 5, p. 115-133, 1943.

MENDEL, JERRY M.; MCLAREN, R. W. **Reinforcement-learning control and pattern recognition systems. Adaptive, Learning and Pattern Recognition Systems**. Academic Press, New York and London, Cap. 8, p. 287-318, 1970.

MINSKY, MARVIN LEE; PAPERT, SEYMOUR. **Perceptrons – An Introduction To Computational Geometry**. 1969.

NILSSON, NILS JOHN. **Artificial Intelligence: A New Synthesis**. Morgan Kaufmann, 1998.



ROSENBLATT, FRANK. **The Perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the Brain.** Psychological review, v.65, n.6, p. 386-408, 1958.

RUMELHART, DAVID EVERETT.; MCCLELLAND, JAMES LLOYD; HINTON, GEOFFREY EVEREST. **Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition.** Vol 1 & 2. The MIT Press, Cambridge, MA, EUA, 1986.

RUMELHART, DAVID. EVERETT.; ZIPSER, DAVID. **Feature discovery by competitive learning.** Cognitive Science, vol 9, p. 75-112, 1985.

WIDROW, B.; HOFF, M.E. **Adaptive switching circuits.** WESCON Convention Record, New York, 1960.



APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM DEFEITOS DE PEÇAS FUNDIDAS

APPLICATION OF QUALITY TOOLS IN DEFECT OF CASTING

Fabio Correr

André de Lima

Wanderson Henrique Stoco

Resumo

O presente trabalho tratou de identificar os principais defeitos de peças metálicas fundidas, através de um estudo aplicado numa empresa de fundição de peças para uma usina através do uso de ferramentas de qualidade. Para este estudo realizou-se levantamento bibliográfico sobre o processo de fabricação de peças metálicas e seus defeitos, realizou-se inspeções nas peças fabricadas no período de oito meses e as ordens de produção que apresentaram defeitos tiveram suas informações registradas numa folha de verificação. Utilizou-se o software Minitab® para construção de gráfico de pareto e a sua análise indicou que os defeitos de porosidades e bolhas de gases, representavam 82,9% dos defeitos levantados. Construiu-se o diagrama de causa e efeito para os defeitos identificados. Determinaram-se os motivos das ocorrências de alguns defeitos de fundição e através da melhoria no processo realizada com auxílio do PDCA, aprimorou-se o procedimento de fabricação. Após aplicação das intervenções reduziu-se a ocorrência de defeitos de porosidades e bolhas de gases em mais de 50%, provocando a eficiência da aplicação de ferramentas de qualidade na redução dos defeitos que prejudicam a qualidade dos produtos.

Palavras-chaves: Defeitos. Fundição. Ferramentas da qualidade. Peças fundidas. PDCA.

Abstract

The present work has tried to identify the major defects of metal parts covered through a study applied into a company of founding parts to a usina through the use of quality tools. For this study bibliographical survey on the metal parts manufacturing process and its defects was performed, inspections on parts manufactured in the period of eight months and the production orders that had defects had been registered on a verification fact sheet. Minitab® software for the construction of Pareto graphics were used and an analysis indicated that porter defects and gas bubbles represented 82.9% of the lifted defects. The diagram of cause and effect for the defects identified was built. Determined the reasons for the occurrences of some founding defects and through the improvement in the process held with PDCA, the manufacturing procedure was improved. After the application of the interventions the occurrence of porosity defects and gas bubbles was reduced by more than 50%, causing the efficiency of the application of quality tools in reducing the defects that prevent the quality of the products.

Keywords: Flaws. Casting. Quality tools. Cast parts. PDCA.



1. INTRODUÇÃO

Ano após ano as empresas necessitam buscar a redução de custos, melhoria em seus processos e produtos a fim de atenderem um mercado cada vez mais competitivo devido a globalização da economia e as recentes crises pelas quais diversos países enfrentaram e ainda enfrentam. Para alcançarem tais objetivos é necessário a continuidade e equilíbrio de seus processos, pois retrabalho e gastos desnecessários atingem justamente o custo final dos produtos ou serviços, prejudicando sua competitividade no mercado.

O setor de peças fundidas é um ótimo exemplo, pois, mesmo com o aumento da produção se veem em um mercado cada vez mais disputado e com altíssima concorrência. Dessa maneira devem aprimorar a qualidade e evolução de seus produtos procurando reduzir custos e prazo de entrega dos produtos (BRAGA, 2012).

A empresa onde será realizado o estudo iniciou suas atividades no início dos anos 70 e começou como uma pequena oficina mecânica que realizava serviços para diversas indústrias localizadas na região, mas pouco tempo depois passou a trabalhar somente com peças para o setor sucroenergético. Pouco tempo depois montou uma fundição com o propósito de aumentar sua atuação junto aos clientes.

A qualidade abrange todos os setores da empresa. Na usinagem, montagem, solda e caldeiraria, atua desde o início dos processos até as etapas finais. Entretanto no setor da fundição a qualidade era restrita, atuando somente no laboratório físico/químico com o controle de análises químicas, ensaios de dureza, espectrometria etc.

Os defeitos visuais e dimensionais só eram identificados nas fases de usinagem, mas devido a necessidade de redução de custos devido a retrabalhos e peças refugadas, recentemente instalou-se o controle de qualidade atuando 100% no setor através de inspeções dimensionais, visuais e ensaios-não destrutivos.

Em uma fundição a causa predominante que gera instabilidade em seus processos são os defeitos que ocorrem na fabricação das peças. Estes defeitos estão relacionados à moldagem da peça, desprendimento de gases e segregação. Portanto, o que fazer para eliminar esses defeitos?

Para conservar seus processos adequados é fundamental o gerenciamento de qualidade, onde todos os setores da organização estão envolvidos (OLIVEIRA, GOBBO e



CESAR, 2006). Por isso se torna indispensável a qualidade no setor da fundição da empresa.

O objetivo desse estudo foi detectar os principais defeitos na fundição, utilizando ferramentas de qualidade, identificar as causas raízes que geravam os defeitos e aplicar melhorias para obter resultados em termos de redução de custo, tempo e aumento da qualidade dos produtos do setor de fundição. Foram realizados estudos bibliográficos sobre processos de fundição e seus defeitos e sobre qualidade e suas ferramentas; utilizado os dados de inspeção da área de controle de qualidade para coleta de dados; Construído Gráfico de Pareto para identificar os principais defeitos; construído diagrama de Ishikawa determinando as causas que contribuem para o aparecimento dos defeitos; aplicou-se o Ciclo PDCA para diminuir o defeito que apresentava maior índice de ocorrências. O motivo para o desenvolvimento do produto era o alto índice de peças refugadas que ocorriam no setor, gerando peças rejeitadas, aumentando o custo e o prazo de entrega das peças.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados os principais conceitos do processo de fundição, defeitos em peças fundidas e qualidade.

2.1 Processo de fundição

Dentre os variados processos de fabricação existentes, o processo de fundição destaca-se por permitir a produção de peças de várias formas e tamanhos. É preparado para produzir desde peças simples até peças de extrema responsabilidade, como por exemplo peças para o setor aeronáutico. É possível produzir peças em quantidades unitárias ou seriadas utilizando-se dos mais diversos processos disponíveis de acordo com as exigências do cliente, lote encomendado e é claro o que mais se adapte ao modelo a ser fundido (SOARES, 2000).

O processo de fundição é efetuado preenchendo o metal em seu estado líquido, de maneira geral uma liga metálica de Aço, Bronze, Alumínio, Ferro, Cobre, Magnésio ou Zinco, em uma cavidade no interior de um molde com o formato da peça desejada, prosseguindo com um resfriamento, com o propósito de produzir uma peça após a mudança do metal de seu estado líquido para sólido, ou seja, após a solidificação (MORO e AURAS, 2007). O metal pode ser em forma de sucatas e lingotes que são aquecidos até o ponto de fusão.

De acordo com Baldam e Vieira (2013) a fabricação de peças por processo



fundição é o itinerário mais curto para adquirir a peça pronta, tornando o processo de fundição atrativo e econômico.

O processo de fundição não encontra equivalência com nenhum outro tipo de processo de conformação pela ocorrência que é o método mais simples e econômico e em outros o único método executável tecnicamente de obter-se determinada forma sólida.

2.2 Defeitos em peças fundidas

Uma análise correta de defeitos evita uma grande, e as vezes desnecessária aplicação em recursos por parte das empresas, portanto é extremamente importante conhecer os defeitos para poder identificar as causas e aplicar possíveis soluções.

Tratando-se de defeitos em peças fundidas o processo é ainda mais complexo pois, envolve um número grande de fases de fabricação. Ocorrendo algum erro nas fases do processo podem ocasionar em rejeição total das peças fundidas, que em termos de custo é extremamente prejudicial para a empresa. No entanto certos defeitos e erros em peças fundidas são aceitos contanto que não interfiram na funcionalidade da peça. (MELLO, RIZZO e SANTO, 1996).

Para classificar um defeito é necessário que os responsáveis pela elaboração dos processos tenham amplo conhecimento para que possam reduzir a incidência de defeitos nas peças fundidas. Para que isso ocorra é necessário controlar minuciosamente todas as etapas do processo, desde a elaboração do molde até o momento do vazamento. Caso algum defeito seja identificado é necessário um estudo para determinar a causa e posteriormente elaborar as alterações necessárias para reduzir e/ou eliminar determinado defeito.

A maioria das fundições utilizam nomes tradicionais para identificar os defeitos existentes. Entretanto a utilização de nomes tradicionais pode causar divergências entre clientes e fornecedores. É imprescindível que todos os setores tenham uma definição correta dos defeitos típicos do processo.

De acordo Fonseca et al. (2004) o International Committe of Foundry Technical Association classifica os defeitos de peça em sete classes: A B, C, D, E, F e G.



2.3 Qualidade

O conceito de qualidade tem suportado inúmeras mudanças com o passar dos. No início da era industrial a qualidade era realizada, mesmo que apenas inspecionando o trabalho realizado pelos artesãos. Década após década, devido à fartura de produtos do mercado, competitividade entre empresas, e atualmente a globalização econômica, a visão do termo qualidade é alterado, pois, o mercado passa a ser conduzido pelo cliente, gerando mudanças no conceito de qualidade (MIGUEL, 2001).

Existem variadas definições para qualidade, tantas como existem autores escrevendo sobre ela. Ao averiguar essas diversas definições podem-se identificar as principais abordagens segundo os autores de maior renome sobre o tema, como Crosby, Juran, Deming, Feigenbaum entre outros. Para Juran, Deming e Feigenbaum, o enfoque da qualidade deve ser em seus clientes. Entretanto, para Crosby a qualidade baseia-se na conformidade do produto.

De acordo com Juran, a qualidade traduz-se nas características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes e, dessa forma, possibilitam a satisfação em relação ao produto.

Segundo Crosby (1994) qualidade quer dizer conformidade com as exigências, ou seja, execução dos requisitos.

Ainda de acordo com Montgomery (2013) a qualidade de uma peça/ou produto pode ser analisada de diversas maneiras, sendo as principais exigências desempenho, durabilidade, confiabilidade, estética, assistência técnica, característica e a conformidade seguindo as especificações.

3. DESENVOLVIMENTO

Para desenvolvimento do trabalho foi efetuado um levantamento bibliográfico abrangendo os principais temas a serem estudados, pois, segundo Lakatos (1992) a pesquisa bibliográfica é o primeiro passo para todas as pesquisas científicas, ampliando o leque de conhecimento e capacidade argumentativa do pesquisador.

Buscando a coleta de dados, realizou-se uma pesquisa documental nas informações sobre defeitos nas peças fundidas, através das planilhas de inspeções mensais que os inspetores do setor preenchem mensalmente. Após coleta de dados foram construídos gráficos identificando a quantidade e tipos de defeitos registrados durante o período em estudo.

Posteriormente foi desenvolvido o gráfico de Pareto, que é uma ferramenta de qualidade que permite visualizar um arranjo das causas de perdas que devem ser



eliminadas, admitindo como objetivo os principais desvios, onde eliminá-los trará melhor benefícios.

Após a identificação do defeito com maior reincidência na fundição aplicou-se a filosofia do ciclo PDCA com a proposta de desenvolver um plano de ação para eliminar ou reduzir o defeito responsável pelos defeitos apresentados na fundição.

Buscando identificar as causas que ocasionaram os defeitos ocorridos na fundição utilizou-se o diagrama de Ishikawa que é uma ferramenta de qualidade que permite em uma representação gráfica organizar as informações possibilitando identificar as possíveis causas de um determinado problema ou defeito.

Após análise do diagrama de Ishikawa e identificação da causa raiz do problema em estudo, foram apresentadas propostas de melhorias baseando -se em estudos para eliminar as causas geradoras do problema em análise. Posteriormente verificou-se a eficiência das mudanças propostas verificando os resultados obtidos.

3.1 Problemas

Com o aumento da produção de peças fundidas e com a competitividade cada vez mais acirrada do mercado, as fundições têm a necessidade de reduzir custos, prazo de entrega e aumentar a qualidade de seus produtos.

Um dos rumos mais empregados para tal, está na mão do fundidor, é saber identificar a causa-raiz dos seus defeitos, aplicando posteriormente a ação corretiva.

Os defeitos de fundição podem ocorrer em três ordens: visuais, dimensionais ou metalúrgicas, sendo que nas três é possível que a peça tanto seja aprovada com desvio, retrabalhada ou rejeitada, dependendo dos critérios adotados pela empresa.

Defeitos de fundição de acordo com a *International Atlas of Casting Defects* são divididos em seis classes:

- Saliências metálicas;
- Cavidades;
- Descontinuidades;
- Defeitos superficiais;



- Peça Incompleta;
- Dimensões ou formas incorretas.

3.2 Proposta de Melhoria

A proposta de melhoria tem como objetivo auxiliar a empresa estudada a minimizar falhas no processo, que resultam em uma quantidade excessiva de peças rejeitadas, o que gera atrasos e gastos indesejáveis para o setor de fundição.

Sugeriu-se a utilização de ferramentas e conceitos de qualidade adaptado à realidade e limitações da empresa, para ajudar no desenvolvimento dos processos e tomadas de decisões relacionados as peças de bronze, que no momento são as tem causado problemas. A finalidade é oferecer propostas para o aproveitamento das oportunidades de melhoria, apontadas no levantamento e análise das causas de falhas do processo e suas consequências.

3.3 Intervenções

Segundo Baldam e Vieira (2013) porosidades apresentadas em peças metálicas estão associadas a causas endógenas e exógenas.

Defeitos de porosidades são complexos e podem ser causados por diversas variáveis, não sendo possível definir a verdadeira causa raiz do problema durante o estudo.

Com o objetivo de reduzir o índice de problemas de porosidades foram observadas as possíveis causas raízes apresentadas no Diagrama de causa- efeito. Definiu-se então, algumas mudanças que seriam realizadas no Processo de fabricação das peças de bronze, que são descritas a seguir:

- Diminuição da porcentagem de resina adicionada na mistura Areia + Resina + Catalisador de 1,2% para 1%, pois a resina se utilizada em excesso aumenta o teor de nitrogênio, interferindo na qualidade final do fundido, causando porosidades. As resinas são responsáveis pela aglomeração dos grãos de areia, conferindo resistência mecânica ao molde e macho;
- Instalação de respiros (cordões) nos pontos possíveis na caixa do molde afim de evitar aprisionamento de bolhas de gás no molde;
- Alteração na etapa de adição do fluxo que é um material utilizado para au-



xiliar na limpeza, proteção e principalmente na desgaseificação em ligas de cobs e bronze. Os fluxos oxidantes são compostos sempre de um fundente e de um ou mais óxidos metálicos, introduzindo CuO ou MnO₂ no banho, o qual cede parte de seu oxigênio para a escória, passando para MnO. No processo atual, é adicionado uma única vez durante o processo. Com a mudança será adicionado em 2 porções: Após a primeira adição de carga, quando a carga ainda é sólida e logo após a carga atingir o ponto de fusão, quando passa para o estado líquido, para que se obtenha uma liga mais homogênea;

- Alteração na etapa de adição de Cobre fosforoso (CuP- 15%), que tem como função desoxidar o bronze através da reação do fósforo com o oxigênio contido no bronze. No processo atual, é adicionado uma única vez durante o processo. Com a mudança será adicionado em 2 porções: Após a primeira adição de carga, quando a carga ainda é sólida e logo após a carga atingir o ponto de fusão, quando passa para o estado líquido, para que se obtenha uma liga mais homogênea;
- Alteração na etapa de adição do refinador de grão que tem como principal objetivo reduzir o tamanho de dendritas, melhorando assim as condições de alimentação (sanidade e estanqueidade), as propriedades mecânicas (limite de escoamento e resistência), bem como a tendência de formação de trincas a quente. No processo atual, é adicionado uma única vez durante o processo. Com a mudança será adicionado em 2 porções: Após a primeira adição de carga, quando a carga ainda é sólida e logo após a carga atingir o ponto de fusão, quando passa para o estado líquido, para que se obtenha uma liga mais homogênea;
- Implementação de etapa de borbulhamento de gás inerte no banho. Esta técnica consiste em borbulhar gases inertes no interior do banho, com o objetivo de eliminar o gás hidrogênio por meio de um arraste mecânico. O gás empregado no processo é o Argônio ultrapuro. O gás injetado no banho através de um tubo, onde a vazão é controlada por uma válvula de sensibilidade. Quanto menor for o tamanho das bolhas do gás inerte, maior será a eficiência do tratamento. O tempo de borbulhamento é 3 a 5 minutos dependendo do tamanho da peça a ser fundida;
- Ampliação do prédio de fundição para instalação de um forno à indução para uso exclusivo de peças de bronze. O forno à indução é o mais indicado, pois é possível atingir temperaturas mais altas, além de controlar a temperatura, a composição química do material, manter a tampa do forno fechada afim de evitar o contato com a atmosfera, entre outros benefícios.

Resultados



Os resultados foram coletados a partir do mês de julho de 2018 quando as mudanças foram implementadas até o início do mês de outubro de 2018. Nesse período foram fabricadas 90 peças de bronze sendo que dessas, 13 peças apresentaram defeitos do tipo cavidades, ainda que em menor número e quantidade do que anteriormente era obtido nas peças. A figura 1 mostra uma comparação entre as peças fabricadas e as peças que apresentaram defeitos após as mudanças estabelecidas.



FIGURA 1 - Peças fabricadas x peças com defeito.
Fonte: Autor, 2018.

No período de coleta de dados entre outubro de 2017 a junho de 2018 foram fabricadas cerca de 400 peças, e rejeitadas 70 peças, um aproveitamento de 82,5%.

Entretanto no período de janeiro/2017 a março/2018 as peças de bronze foram fundidas no forno à indução que é o mais indicado, devido a capacidade de se controlar a temperatura e até mesmo corrigir a composição química se necessário. Nesse período foram fundidas 170 peças, apresentando 12 peças rejeitas, um aproveitamento de 92,95%. Considerando apenas o período em que as peças foram fundidas no forno a cadinho, que é o empregado para fundir as peças de bronze atualmente, o índice de aproveitamento cai para 74,79%, visto que foram fabricadas 230 peças nesse período e rejeitadas 58 peças.

Após a intervenção como dito anteriormente, foram fabricadas 90 peças de bronze dos mais variados modelos, sendo que 13 peças foram rejeitadas, um índice de aproveitamento de 88,3% atingindo uma melhora considerável. Na figura 2 é feita uma comparação das peças aprovadas e rejeitadas antes e depois da intervenção.

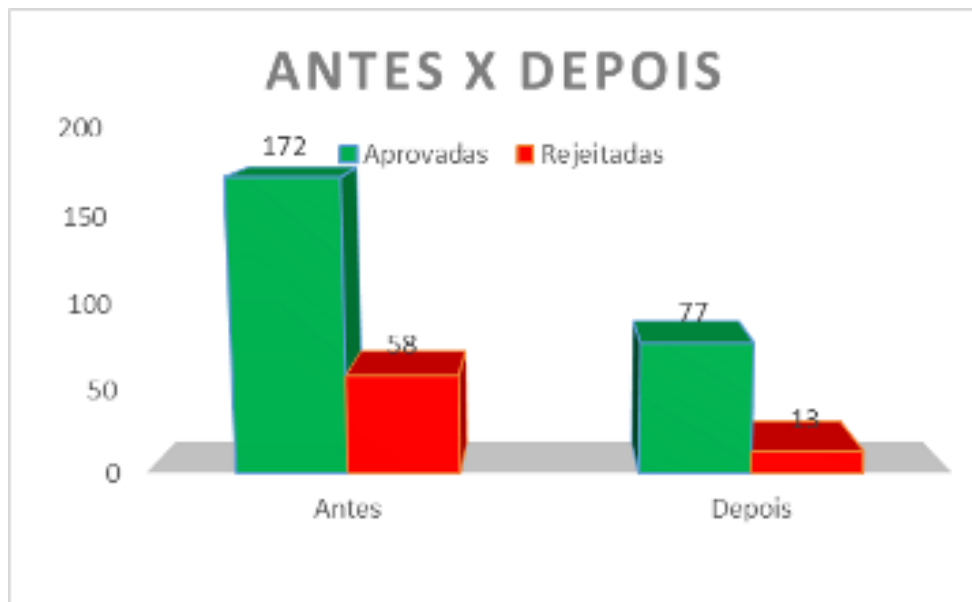


FIGURA 2 - Gráfico de comparação Antes x Depois.
Fonte: Autor, 2018.

Em relação a custos, a empresa por motivos de sigilo empresarial não divulgou valores sobre o custo de fabricação de uma peça, valores referentes ao prejuízo causado pelas peças refugadas. Portanto foram analisados somente a porcentagem de índice de melhora das peças aprovadas de bronze, antes e após a intervenção.

No período antes da intervenção foram fabricadas 230 peças, sendo que 58 peças foram rejeitadas o que gerou um índice de 25,21% de peças rejeitadas. Após a intervenção 90 peças foram fabricadas, sendo que 13 foram rejeitadas, o que totalizou um índice de peças rejeitadas de 11,7%. Portanto uma melhora no índice de aproveitamento de 13,51%, reduzindo assim os gastos com peças refugadas.

O resultado após a intervenção pode ser visualizado na figura 3, onde têm se duas peças de bronze isentas dos defeitos.

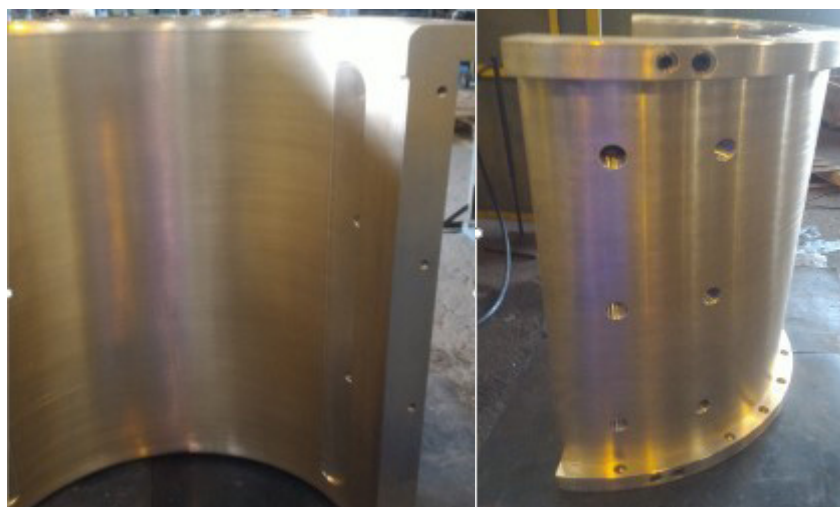


FIGURA 3 - Peça de bronze após intervenção.
Fonte: Autor, 2018.

Na figura 3 é possível visualizar que os defeitos de microporosidades, bolhas de gases e porosidades não estão mais presentes nas peças. Entretanto como no forno a gás não é possível controlar a temperatura, nem corrigir a composição química se necessário, podem ocorrer defeitos novamente, o que será praticamente corrigido assim que o forno a indução para peças de bronze for instalado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o Diagrama de causa-efeito, Brainstorming e o Gráfico de Pareto são ferramentas de qualidade primordiais para identificação, concepção e eliminação dos problemas que afetam a qualidade dos produtos. Proporcionando a determinação dos principais defeitos ocorridos nas peças do setor de fundição em estudo.

Estabeleceu-se os motivos das ocorrências dos defeitos de porosidades e bolhas de gases, sendo alteradas as etapas do processo de fundição, assim como a implementação do método de borbulhamento do gás inerte afim de eliminar os gases contidos no banho metálico. A complexibilidade, assim como as diversas variáveis que causam esse tipo de defeito, requerem que melhorias sejam realizadas um pouco de cada vez. Portanto, apesar da melhoria obtida após a intervenção, foi possível visualizar que o defeito está presente, ainda que em menor quantidade, sendo necessário promover novas mudanças, bem como se necessário remover algumas das alterações que foram feitas, até que se obtenha o melhor processo visando custo, qualidade e tempo.

Após a implementação das intervenções reduziu-se o índice de defeitos em pouco mais que 50 %, uma vez que antes da intervenção tinha-se um índice de peças rejeitadas de 25,21%, e posteriormente a intervenção, o índice caiu para 11,7%, gerando uma melhora no aproveitamento das peças fundidas de 13,51 %.

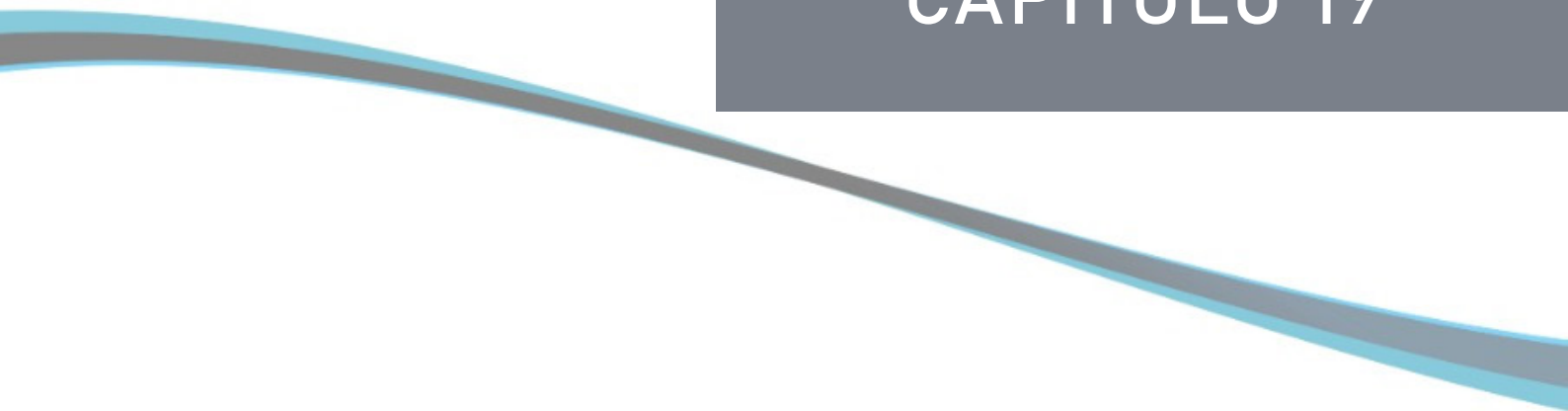
Todavia o objetivo desse trabalho foi alcançado, pois foram identificados que os defeitos de porosidade bolhas de gases são os defeitos mais recorrentes na fabricação de peças de bronze através da aplicação das ferramentas da qualidade. Sendo ainda identificadas as possíveis causas para os defeitos em questão, além de melhorias no processo de fundição de peças de bronze, reduzindo assim o número de defeitos.



REFERÊNCIAS

- BALDAM, R. L.; VIEIRA, E.A. Fundição: Processos e tecnologia correlatas. 1. Ed. São Paulo: Érica, 2013.
- BRAGA, Arnaldo F. Junior. Defeitos de Fundição Cavidades: Porosidades. In. III Workshop LABMAT da área de fundição. Piracicaba. n 3, jun. 2012. Disponível em: < <http://www.jmmsassessoria.com.br/upload/files/defeito-de-porosidade-gas-em-pecas-fundidas.pdf>> acesso em: 07 fev. 2018
- BRAGA, Arnaldo F. Junior. Defeitos em peças fabricadas pelo processo de fundição. In. II Workshop LABMAT da área de fundição. Piracicaba. Disponível em: < <http://www.jmmsassessoria.com.br/upload/files/defeitos-em-pecas-fabricadas-pelo-processo-de-fundicao.pdf>> acesso em: 07 fev. 2018.
- BRAGA, Wendel; SILVA, A. Carlos; ALVES, L. H. Dias. Stack Moldink: Uma solução para melhoria de qualidade e produtividade na produção de peças de pequeno porte e grandes séries fundidas em moldes de areia. In Tecnologia em Metalurgia e Materiais - ABM. São Paulo. n 4, p.22-25, abr. - jun. 2005.
- CARPINETTI, L. C. R. Gestão da qualidade: conceitos e técnicas. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CÉSAR, F. I. G. Ferramentas básicas da qualidade: instrumento para gerenciamento de processos e melhoria contínua. São Paulo: Biblioteca 24horas.2011.Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?isbn=8578938895>>. Acesso em 22 abr. 2018.
- CHIAVERINI, V, 1914 - Tecnologia mecânica: Processos de Fabricação e Tratamento. 2. ed. - São Paulo: McGraw-Hill, 1986.
- JURAN, J. M.; GRZYNA, Frank M. Controle da qualidade handbook: conceitos, políticas e filosofia da qualidade. São Paulo: Makron Books, 1991.
- LIKE, J. K; FRANZ, J. K. O modelo Toyota de melhoria contínua. Porto Alegre: Bookman, 2013. MARSHALL JUNIOR, Isnard. et al. Gestão da qualidade. 10 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2010.
- RAMOS, E. M. L. S; ALMEIDA, S. dos S; ARAÚJO, A. dos R. Controle estatístico da qualidade. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- SOARES, G. A. Fundição: Mercado, Processos e Metalurgia. Rio de Janeiro: COPPE / UFRJ. 2000.
- FONSECA. Formação em peças fundidas de ferro cinzento e nodular. SENAI- CETEF – Centro tecnológico de fundição Marcelino Corradi,2004.
- MAGALHÃES, I. L; BRITO, W. Gerenciamento de serviço de TI na prática: uma abordagem com base na ITIL. São Paulo: Novatec. 2007.
- ROWLEY, M. T. et al. International Atlas of Casting Defects. Des Plaines: American Foundrymen's Society, 1974.
- PEINADO, J. GRAEML, A. R. Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.
- OLIVEIRA, O. J.; GOBBO Jr, J. A.; CESAR, M. C. Implantação do sistema de gestão da qualidade ISO 9000 em uma empresa de transporte rodoviário. In. XXVI ENEGEP. Fortaleza, 2006.
- MORO, N; AURAS A. P. Processos de Fabricação. Florianópolis: CFET-SC. 2007. Disponível em: <<http://nortocetesc.pro.br/elm/wpcontent/uploads/2014/09/fundicao.pdf>>. Acesso em 02 abr. 2018.
- IMAI, Masaaki. Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo. 6ªed. São Paulo: Instituto IMAM, 1994. 235p. LOBO, R. N. Gestão da qualidade. São Paulo: Érica, 2010.





CAPÍTULO 19

GESTÃO COM PESSOAS NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MANAGEMENT WITH PEOPLE IN PRODUCTION ENGINEERING

Michael Hellison Jantorpe Gomes
Ieda Maria Munhos Benedetti

Resumo

Profissional de elevada tendência de aplicação no mercado de trabalho, o engenheiro tende a ser o inserido no mercado de trabalho com papéis de liderança, aproveitando de seu amplo conhecimento. Profissão de respeitado histórico, o engenheiro de produção, transeunte das demais engenharias, tem como uma das especiais capacidades a visão sensível no capital humano envolvido no processo de produção. Desta forma, necessitando ultrapassar as singelas aplicações das instituições de ensinos sobre o tema, este profissional deve esboçar e promover soluções sobre o tema, como não é de costume ver acontecer na prática. Introduz-se assim um singelo esboço de “engenharia com pessoas”.

Palavras-chaves: liderança; gestão com pessoas; engenharia com pessoas.

Abstract

Professional of high tendency of application in the labor market, the engineer tends to be inserted in the labor market with papers of leadership, taking advantage of its ample knowledge. Profession of respected historical, the engineer of production, passerby of the other engineering, has as one of the special capacities the sensible vision in the human capital involved in the production process. Thus, in order to overcome the simple applications of the teaching institutions on this subject, this professional should outline and promote solutions on the subject, as is not usually the case in practice. This introduces a simple sketch of “engineering with people”.

Keywords: leadership; management with people; engineering with people.



1. INTRODUÇÃO

Profissão em expansão, de alto nível de conhecimento e com inúmeras viabilizações de aplicações no mercado, a Engenharia de Produção tem tido foco nos sistemas de produções com bases técnicas restritas nos campos da sistematização da produção com base no resultado final.

Em um país com a economia baseada em serviços, pensar no ser humano como fonte de produção tende a indicar a viabilização de estudos mais avançados quanto ao bem-estar subjetivo e efetuar críticas aos atuais modelos de desenvolvimento humano das instituições.

Com estudos preliminares na Administração, Pedagogia Empresarial e Psicologia, é possível introduzir ao profissional da Engenharia de Produção análises pertinentes à ao bem-estar humano envolvido na produção, que fatalmente vai culminar em baixos níveis de absenteísmo e consequente aumento de produtividade e lucratividade.

Para isso, é necessário adequar à “Gestão de Pessoas” a uma nova perspectiva de valorização do capital humano, já repercutindo em sua nomenclatura, como “Gestão com Pessoas”.

Mesmo que compulsoriamente, não se trata unicamente de uma análise da produção em si, mas de uma análise das condições de vida humana, sem perder de vista que o bem maior da ciência é o bem-estar do homem. Isso deve ser tema de uma esfera de pesquisa e políticas públicas pertinentes.

Quiçá se o aprofundamento dos estudos crie uma nova perspectiva de análise e produção quando há capital humano, denominando preliminarmente como “Engenharia com Pessoas”.

2. UMA ANÁLISE SUPERFICIAL E INTRODUTÓRIA DOS DADOS

O Conselho Federal de Engenharia (CONFEA) informou em seu site, com dados atualizados até o dia 20 de outubro de 2017 que haviam registrados em seu banco de dados exatos 31.367 profissionais intitulados como Engenheiros de Produção. Há de se considerar ainda que estes dados são restritos a profissionais com formação exata nesta titulação, excluindo derivações como engenharias de produção com focos em áreas como mecânica, elétrica entre outros. A esta forma de formação consideramos uma denominação de Engenharia de Produção Plena.



Isso representa 3,59% do total de profissionais titulados como Engenheiros habilitados (dentro de um total de 56,54%) no CONFEA, ou 2,03% do total de profissionais habilitados no mesmo órgão, que na já referida data era estipulado em 1.545.128 (incluindo técnicos e afins), conforme Tabela 1.

Titulação	Profissionais	% Engenheiros	% Total
Engenheiro Civil	280828	32,75%	18,18%
Engenheiro Agrônomo	101268	11,81%	6,55%
Engenheiro Eletricista	99881	11,65%	6,46%
Engenheiro Mecânico	90064	10,50%	5,83%
Engenheiro de Segurança do Trabalho	54095	6,31%	3,50%
Engenheiro de Produção	31367	3,66%	2,03%
Engenheiro Ambiental	22964	2,68%	1,49%
Engenheiro Químico	18652	2,18%	1,21%
Engenheiro de Controle e Automação	17087	1,99%	1,11%
Engenheiro Florestal	13887	1,62%	0,90%

Tabela 1 - As 10 titulações de engenharia com mais profissionais habilitados no CONFEA
 Fonte: Tabela criada pelos autores com base no Portal do CONFEA (2017)

Quanto a distribuição dos Engenheiros de Produção pelas unidades da federação, temos oportunidades de análises significativas mas não óbvias. Não é possível associar a quantidade de profissionais pela contribuição do Produto Interno Bruto por exemplo que geraria descompensação observando a posição do estado de São Paulo, líder de contribuição no PIB e vice-líder na Tabela 2.



Estado	Quantidade	%
AC	2	0,01%
AL	56	0,18%
AM	457	1,46%
AP	40	0,13%
BA	1303	4,15%
CE	173	0,55%
DF	48	0,15%
ES	828	2,64%
GO	331	1,06%
MA	340	1,08%
MG	5806	18,51%
MS	113	0,36%
MT	172	0,55%
PA	749	2,39%
PB	55	0,18%
PE	600	1,91%
PI	51	0,16%
PR	714	2,28%
RJ	9144	29,15%
RN	305	0,97%
RO	7	0,02%
RR	32	0,10%
RS	990	3,16%
SC	546	1,74%
SE	62	0,20%
SP	8438	26,90%
TO	5	0,02%

Tabela 2 – Distribuição dos Engenheiros de Produção habilitados no CONFEAM distribuídos pelas Unidades da Federação

Fonte: Organizado pelo autor com base em dados do Portal do CONFEA (2017)

Se tratando de uma análise mais complexa, poderemos resumir que há preceitos históricos no que diz respeito ao aparecimento de instituições de ensino superior de engenharia neste contexto. Há estados que são pioneiros na formação de engenheiros e isso perdura nos anos atuais, conforme a Tabela 3 apresenta.

	Fund	Local	Denominação na Fundação	Atual
1	1792	Rio de Janeiro/RJ	Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho	Univ Fed do Rio de Janeiro – UFRJ Instituto Militar de Engenharia (IME)
2	1874	Ouro Preto/MG	Escola de Minas	Univ Fed de Ouro Preto – UFOP
3	1893	São Paulo/SP	Escola Politécnica de São Paulo	Univ de São Paulo – USP
4	1895	Recife/PE	Escola de Eng de Pernambuco	Univ Fed de Pernambuco – UFPE
5	1896	São Paulo/SP	Escola de Eng Mackenzie	Univ Presbiteriana Mackenzie - UPM
6	1896	Porto Alegre/RS	Escola de Eng de Porto Alegre	Univ Fed do R Grande do Sul - UFRGS
7	1897	Salvador/BA	Escola Politécnica da Bahia	Univ Fed da Bahia – UFBA
8	1909	Juiz de Fora/MG	Instituto Politécnico	Univ Fed de Juiz de Fora – UFJF
9	1911	B Horizonte/MG	Escola Livre de Engenharia	Univ Fed de Minas Gerais – UFMG
10	1912	Curitiba/PR	Faculdade de Eng do Paraná	Univ Fed do Paraná – UFPR
11	1912	Recife/PE	Escola Politécnica de Pernambuco	Univ de Pernambuco – UPE
12	1913	Itajubá/MG	Instituto Eletrotécnico de Itajubá	Univ Fed de Itajubá – UNIFEI
13	1928	Rio de Janeiro/RJ	Escola de Eng Militar	Instituto Militar de Engenharia - IME
14	1931	Belém/PA	Escola de Eng do Pará	Univ Fed do Para- UFPA
15	1946	São Paulo/SP	Escola de Eng Industrial	Fac de Engenharia Industrial - FEI
16	1948	Rio de Janeiro/RJ	Escola Politécnica	Pont Univ Cat do R Janeiro - PUC-Rio

Tabela 3 – Escolas de Engenharia criadas no Brasil até 1950

Fonte: Oliveira, 2010

A alta representatividade do Rio de Janeiro, Minas Gerais e da Bahia, por exemplo, justificam superficialmente os números de profissionais por estado apresentado na Tabela 2.

Não há aqui o interesse de analisar o comportamento destes dados, assim como justificá-los, mas o de demonstrar a proporção do Engenheiro de Produção Pleno no ramo da engenharia e sua concentração geográfica.

É comum que reportagens jornalísticas noticiem os cursos de Engenharia de Produção como formadores de profissionais promissores e bem remunerados. As perspectivas são sempre muito altas e os comentários positivos.

Aliando isso a evidente importância desta ciência, há uma estimativa de crescimento destes profissionais e que seus ramos e suas pesquisas sejam amplificados e isso denota um crescimento das áreas de atuação e de pesquisa. Este é o caso da Gestão de (com) Pessoas, aqui analisando a prática de um Engenheiro de Produção em suas rotinas habituais e suas eventuais aplicações.



3. BREVE HISTÓRICO CONCEITUAL

A Engenharia de Produção é tratada como ramo científico relativamente recente. Sua primeira aplicação sabida foi por Frederick Winslow Taylor em 1911, com o livro “Princípios da administração científica”.

Com base na indústria siderúrgica (indústria de ponta dos EUA no início do século XX), a proposta da prática desta análise hoje tida como ciência era baseada na racionalização de recursos financeiros nas produções.

A base do método de Taylor era uma análise do tempo de produção das fases de produção, alterando então suas fases em prol de minimizar o tempo de produção individual.

Estimando que o primeiro curso de Engenharia no mundo foi a École des Ponts et Chaussées (CARVALHO, 1995), na França em 1775, no Brasil, o primeiro curso de graduação foi criado na Escola Politécnica da USP em 1957 (FAÉ E RIBEIRO, 2005).

O tempo passou e as indústrias deixaram de ser vistos como os únicos cenários de produção, assim como as análises se tornaram mais complexas e moldada aos critérios dos países ao qual estão sendo aplicadas.

Mas o conceito “de modo econômico” mudou com o tempo. Se, antigamente, quem estabelecia o que tinha que ser entendido como “de modo econômico” eram os donos de empresa e os gerentes de produção, hoje temos uma concepção muito mais ampla, que incorpora outros tipos de stakeholders (pessoas e instituições que influenciam na definição dos objetivos e planos da organização) (BATALHA, 2008, p. 5).

4. A AMPLITUDE DOS MERCADOS DE ATUAÇÃO

Sabidamente em constante ampliação (BATALHA, 2008, p. 15), os campos de trabalho do Engenheiro de Produção estão sendo desenvolvidos com base nos currículos acadêmicos, ramos de pesquisa, congressos e estudos que são apresentados rotineiramente. Com base no Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) de 2007, há separação das áreas conforme o Quadro 1 apresenta.



1.	Gestão da Produção
2.	Gestão da Qualidade
3.	Gestão Econômica
4.	Ergonomia e Segurança do Trabalho
5.	Gestão do Produto
6.	Pesquisa Operacional
7.	Gestão Estratégica e Organizacional
8.	Gestão do Conhecimento Organizacional
9.	Gestão Ambiental
10.	Educação em Engenharia de Produção

Tabela 4 – Áreas de distribuição da Engenharia de Produção
Fonte: ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção) de 2007

Profissional de amplo conhecimento de formação, Oliveira (2010) já esquematizou o nível de influência e de interferência entre as Engenharias, conforme apresentado na Figura 1.

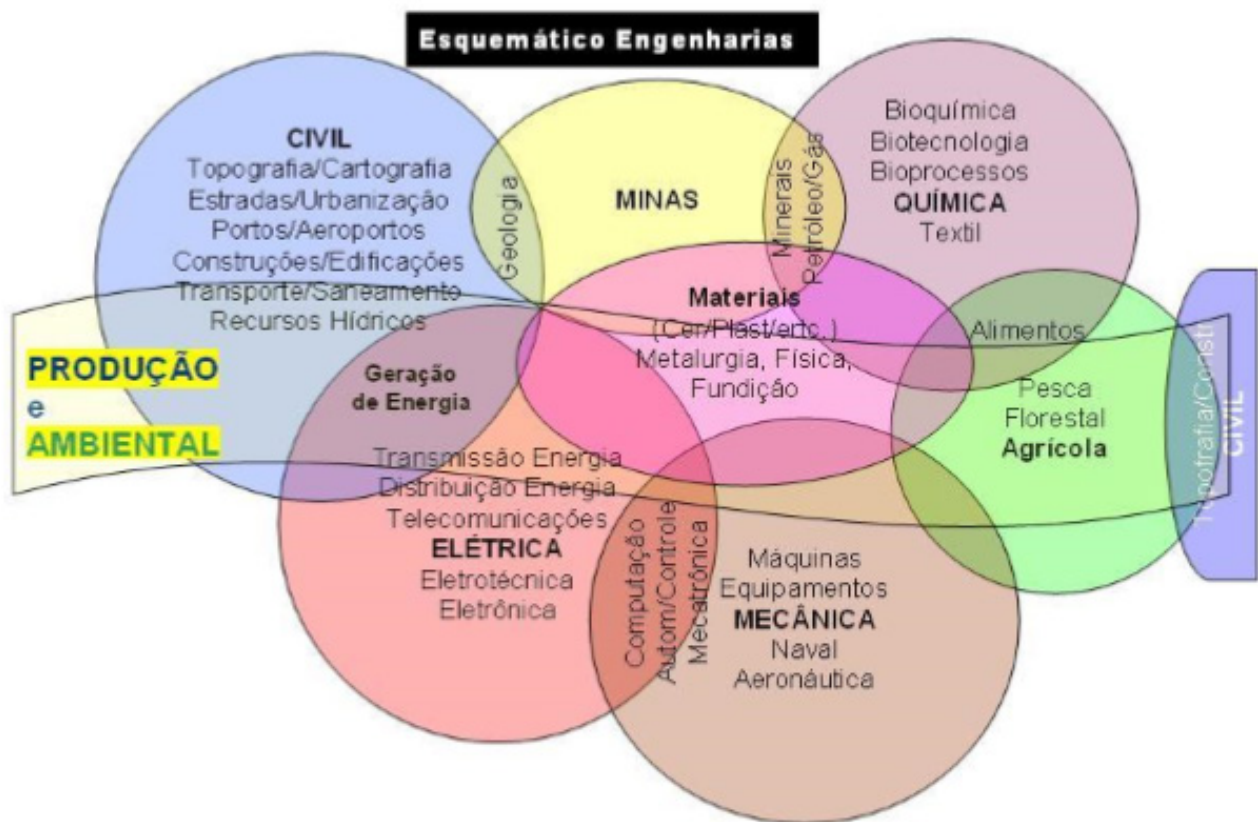


Figura 1 – esquema de relação das Engenharias.
Fonte: Oliveira, 2010

Naturalmente há níveis mais específicos da área e estes tendem a ser apoiados em práticas relacionadas a pessoas. Esse cenário tende a uma aproximação da Engenharia com as Ciências Sociais ou até mesmo à Psicologia. Já citado por Batalha (2008, p. 8), essas características tendem a aproximar ainda a Engenharia de Produção à Administração, diferenciando a primeira por componentes tecnológicos. Ainda neste contexto, podemos avaliar o Engenheiro de Produção como sendo um profissional com maior aproximação da prática operacional, o que pode ter caráter decisivo no contexto das tomadas de decisões.

Diferentemente das ciências da administração de empresas, que centra-se mais na questão da gestão dos processos administrativos, processos de negócio e na organização estrutural da empresa, a engenharia de produção centra-se na gestão dos processos produtivos (CUNHA, 2002).

Também são avaliados como temas mais específicos, segundo Oliveira et al. (2009) a Engenharia do Produto, Projeto de Fábrica, Processos Produtivos, Gerência de Produção, Qualidade, Pesquisa Operacional, Engenharia do Trabalho, Estratégia e Organizações e a Gestão Econômica.

Estes temas em conjunto com os conhecimentos específicos das demais engenharias tendem a gerar um profissional apto a atuar na produção de qualquer ramo de atividade, em formato de líder, realizando análises, estimativas, modernização e economia das produções.

Segundo Cunha (2002), a aplicação gerencial da Engenharia de Produção tem ocorrido pois os profissionais de Ciências da Administração tendem a conduzir seus egressos de forma mais analítica, sem o foco na resolução de problemas.

Convém ressaltar, contudo, que não cabe ao engenheiro de produção de formação plena o papel de substituir seus colegas de formação nos ditos ramos clássicos da Engenharia (estabelecidos conforme a classificação atual do Sistema CONFEA-CREA e da antiga portaria MEC nº 48/76), pois sua habilitação profissional capacita-o basicamente a atuar como gestor dos recursos de produção, necessitando vir a interagir com tais colegas na realização das suas atividades (CUNHA, 2002, p.7).

5. GESTÃO DE/COM PESSOAS

Não sendo matéria referencial do MEC para os cursos de Engenharia de Produção, a Gestão de Pessoas ainda tem dificuldade de ser visto como vertente importante de uma análise da produção.

Isso se complementa na Resolução 1010/05 do CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia) que institui a matriz de conhecimento dos cursos de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Neste podemos citar que a “Gestão de Pessoas” está proposta no curso de Engenharia de Produção, na área de conhecimento “Administração”, como “Gestão da Produção, Financeira e de Pessoas”.

Em 2008, fruto de uma reunião do Grupo de Trabalho de Graduação, na ENCEP 2008 (Encontro Nacional de Coordenadores de Cursos de Engenharia de Produção), promovido pela ABREPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção), houve a elaboração de um documento definido como “Referências de Conteúdos Curriculares para a Engenharia de Produção”. Neste fica definido, de forma indireta



que faria parte da subárea chamada Engenharia do Trabalho, de forma indireta, conforme apresentado abaixo.

É a área da Engenharia de Produção que se ocupa com o projeto, aperfeiçoamento, implantação e avaliação de tarefas, sistemas de trabalho, produtos, ambientes e sistemas para fazê-los compatíveis com as necessidades, habilidades e capacidades das pessoas visando a melhor qualidade e produtividade, preservando a saúde e integridade física. Seus conhecimentos são usados na compreensão das interações entre os humanos e outros elementos de um sistema. Pode-se também afirmar que esta área trata da tecnologia da interface máquina – ambiente – homem – organização (COMISSÃO DE GRADUAÇÃO ABEPRO, 2008).

Tendo em vista então a inexistência de maior consistência na obrigatoriedade da aplicação da matéria “Gestão de Pessoas” em suas grades, muitas IES (Instituições de Ensino Superior) tem adotado em suas grades curriculares.

Como é de se imaginar no contexto de falta de análise de aplicação da Gestão de Pessoas na prática direta do Engenheiro de Produção, não há pesquisas relacionadas. Novamente as pesquisas encontradas sempre são voltadas às Ciências da Administração ou ainda na área da Psicologia Organizacional ou Pedagogia Empresarial. Cada uma destas áreas tende a fixar pontos de maior interesse a suas bases curriculares.

Ocorre que se faz parte das exigências do mercado que o engenheiro tenha cada vez mais influência de trabalho nas diversas áreas de trabalho.

Até recentemente, o engenheiro exercia atividades predominantemente técnicas, sendo responsável pela realização de pareceres técnicos, cálculos de projetos, desenho de peças e componentes, pela logística de processo. Atualmente, com as mudanças na organização da empresa que eliminaram muitos níveis hierárquicos intermediários e com o aumento da terceirização e redução de trabalhadores, inclusive engenheiros, suas atribuições foram ampliadas e tornaram-se mais diversificadas, incluindo conhecimentos administrativos, de marketing, de técnicas gerenciais participativas, de liderança e de estrutura de custos (BRUNO, 2000, p. 143).

As competências do engenheiro tem sido maximizadas de acordo com seu nível de conhecimento e com o ambiente corporativo vigente.

Hoje, o conceito de organizações está relacionado com um conjunto integrado e articulado de competências sempre atualizadas e prontas para serem aplicadas à primeira oportunidade que surja, antes que as outras organizações (os concorrentes) o façam. E onde estão as competências? Em que lugar? Quase sempre na cabeça — e não nos músculos - das pessoas. E onde foram parar os recursos? Eles deixaram de ser o DNA das organizações para se limitarem a ser a base, a retaguarda, a plataforma física sobre a qual as competências funcionam e fazem as coisas acontecerem (CHIAVENATO, 2009, p. 128).



Para evitar conflitos profissionais da aplicação, Cunha (2002, p. 9) já citou que a Engenharia de Produção deve manter o foco no sistema produtivo e não na mobilização de recursos para a produção. Esta é uma diferenciação importante e exemplificando no contexto da Gestão de Pessoas, o engenheiro de produção não é o responsável pela seleção, contratação e atributos burocráticos do processo, mas é o responsável por acompanhar a produção do recurso envolvido.

Na prestação de serviços e até mesmo na produção técnica a mão de obra é ferramenta fundamental da produção. Assim, a Gestão de Pessoas deixa de ser um atributo burocrático e se torna a ferramenta de sucesso da produção do engenheiro.

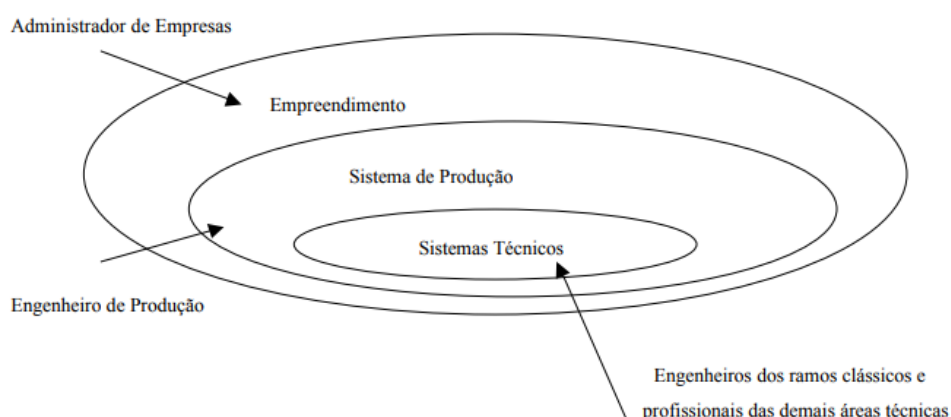


Figura 2 – Esfera de ação característica dos diversos profissionais nos processos decisórios.

Fonte: Cunha, 2002

Na Gestão de Pessoas o engenheiro não substitui os demais profissionais já atuantes nestas áreas, mas deve ser visto como um profissional com habilidades para propor soluções na área, vendo como desafio o atual sistema, aliado aos demais profissionais.

Com maior aproximação do processo produtivo que os demais envolvidos em gestão, o Engenheiro de Produção tende a ter maior capacidade de interferência em prol da produção. Para a adequada interferência há a necessidade de novos modelos e formatos para o atual sistema.

Citamos abaixo as principais áreas específicas da Gestão de Pessoas (CHIAVE-NATO, 2009) para ampla análise das visíveis possibilidades de aplicação do Engenheiro.

Áreas	Principais Temas abordados
Liderança	Estilos de liderança; Inteligência Emocional
Avaliação de Desempenho	Desempenho Humano; Avaliação
Treinamento e Desenvolvimento	Programas de Treinamento; Avaliação de Necessidades; Implementação; Avaliação de Resultados de Treinamentos; Desempenho
Recompensas e Punições	Relações de Intercâmbio; Administração de Salários; Benefícios Sociais

Recrutamento e Seleção	Recrutamento Interno e Externo; Seleção de Pessoas
Gestão de Conflitos	Níveis de Gravidade; Efeitos Negativos e Positivos dos Conflitos; Estilos de Gestão de Conflitos
Gestão de Competências	Gestão de Competências
Gestão de Conhecimento e Capital Intelectual	Gestão de Conhecimento e Capital Intelectual
Consonância e Dissonância	Consonância e Dissonância

Tabela 5 – Principais áreas da Gestão de Pessoas
Fonte: Elaborado pelo autor com base em Chiavenato (2009).

E mesmo que nas Instituições de Ensino Superior seja comum que este tema seja apenas mais uma matéria na grade (quando há), existe a necessidade de maiores estudos e pesquisas sobre novas técnicas de Gestão de Pessoas, em prol de aumentar a produtividade dos profissionais de forma mais eficiente do que a que pode ser vista pela burocracia do sistema administrativo.

Quanto a apresentação da alteração do habitual termo “Gestão de Pessoas” para “Gestão com Pessoas” há uma diferenciação que ultrapassa os limites da estrutura gramatical e adentra no campo do vislumbamento da importância no material humano na produção. Trata-se de entender o ser humano e suas particularidades, suas limitações e seu universo subjetivo, tendo capacidade de lidar com isso em prol do desenvolvimento de uma produção mais eficiente e consequentemente lucrativa.

Mesmo que introdutório e em desenvolvimento de levantamentos quantitativos, trata-se de incentivar uma “Engenharia com Pessoas”, lidando com aspectos técnicos que levem a aumento de produtividade, de forma individual ao caso empresarial e com foco em agregação de valor ao comercializado.

É ver o ser humano com aprofundamento, baseando em conceitos contemporâneos de aplicações de ciências como Psicologia, Administração e Pedagogia.

Diversos autores já tem citado o trabalho como processo de contínuo desgaste e consequente perda de produtividade.

O trabalho, nos dias de hoje, parece ser um importante fator gerador de estresse. O estresse tem sido considerado como um dos problemas que mais frequentemente agem sobre o ser humano, e interfere na homeostase de seu organismo, devido à grande quantidade de tensões que enfrenta diariamente (CAMELO; ANGERAMI, 2008).

Preliminarmente há proposição de estudos que avaliem Psicologia Positiva e Pedagogia Empresarial, como já abordados por renomados autores nacionais, entre outros, Antônio Lazaro Conte, Silvia Helena Henriques Camelo, Emília Luigia Saporiti Angerami, Gisele Maria Tonin da Costa e Luciana Inez Seehaber Almeida.



No âmbito internacional temos de forma ilustre Fred Luthans, Carolyn M. Youssef e Bruce J. Avolio

É muito provável que funcionários motivados, capacitados e bem remunerados passem a ter um desempenho acima da média, reduzindo custo, apresentando melhores soluções aos clientes e gerando como desdobramento maior vitalidade financeira, que, mais do que nunca, pode significar a sobrevivência da empresa (CONTE, 2003).

Trata-se de uma problemática a ser analisada pelo âmbito da Engenharia, no caso a Engenharia de Produção: desenvolver e promover aumento de produtividade das ferramentas humanas. Não há como dissociar do Engenheiro estratégias vantajosas no contexto da produção.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Profissional de notória habilitação no contexto empresarial, o Engenheiro de Produção tende a ter limitada atuação no contexto humano envolvido na produção. Seja pela falta de matérias em sua grade curricular ou até mesmo pela deficiente vista do mercado quanto a este assunto em si.

Com o conhecimento sistematizado da produção ou mesmo do mercado de serviços, que é destaque no PIB nacional, este profissional tem habilidades e inserções suficientes para que tenha a visão mais técnica de que o bem-estar humano tende a gerar maior produtividade como resultado final.

Aliado a importantes conceitos da Psicologia e de Gestão de Pessoas, a aplicação de um novo formato de vislumbramento do capital humano, que valoriza a sua subjetividade e assim pode ser semanticamente quisto como "Gestão com Pessoas" ou até mesmo em um ambicioso estudo aprofundado como "Engenharia com Pessoas".

Desafio para muitos e uma capacidade que pode ser aplicada em um profissional em ascensão, a quebra de um cenário histórico-comparativo do humano ao maquinário, tende a ser uma tendência de diferencial de mercado e inovação para os processos produtivos.

Não basta a análise fria da mecânica, física e demais campos de atuação maquinal dos processos. É necessário entender, interpretar e saber lidar com os entes envolvidos no manuseio maquinal e nos demais processos que dependam do capital humano em si.

Não perdendo de vista o fundamento maior da ciência, que é o bem-estar do homem, que seja possível uma análise mais aprofundada por parte da Engenharia



de Produção, assim como uma constante revisão do curriculum que foram este profissional.

Em qualquer meio de produção há o envolvimento humano e os laços de desenvolvimento de técnicas está fraco e frágil e este profissional tem potencial de desenvolver e gerenciar este nicho de mercado.

REFERÊNCIAS

- BATALHA, M. O. **Introdução à engenharia de produção**. Rio de Janeiro: Elsevier : ABEPRO, 2011.
- BORCHARDT, M; VACCARO, G. L. R; AZEVERO, D.; PONTES JUNIOR, J. **O perfil do engenheiro de produção: a visão de empresas da região metropolitana de Porto Alegre**. Produção, v. 19, n. 2, p. 230-248, 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Referenciais nacionais dos cursos de Engenharia**. Disponível em: <http://abepro.org.br/arquivos/websites/1/referenciais_engenharias_MEC.pdf>. Acesso em: 04 de jan. 2018.
- BRUNO, Lúcia Barreto. **Pesquisa da profissão e qualificação/requalificação de engenheiros em empresas montadoras de automóveis**. In: BRUNO, Lúcia Barreto; LAUDARES, João Bosco (Org.). Trabalho e formação do engenheiro. Belo Horizonte: Fumarc, 2000. cap. 2, p. 143-147.
- CAMELO, S. H. H.; ANGERAMI, E. L. S. **Riscos psicossociais no trabalho que podem levar ao estresse: uma análise da literatura**. Cienc. Cuid. Saude 2008 Abr/Jun; 7(2):232-240, 2008.
- CARVALHO, E. M. **O ensino da engenharia científica no mundo: uma criação do século XVIII**. REM: Revista da Escola de Minas, Ouro Preto, v. 48, n. 3, p. 220-226, jul./set. 1995
- CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas**. Elsevier Brasil, Rio de Janeiro, 2 ed, 2004.
- CHIAVENATO, I. **Administração Geral e Pública**. Elsevier Brasil, Rio de Janeiro, 2009.
- COMISSÃO DE GRADUAÇÃO ABEPRO. In: **Encontro Nacional de Coordenadores de Cursos de Engenharia de Produção**, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/%C3%81reas%20da%20Engenharia%20de%20Produ%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 04 de jan. 2018.
- CONFEA. Resolução 1010/05. **Dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional**. Disponível em <<http://www.confea.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=1196>>. Acesso em: 04 de jan. 2018.
- CONTE, A. L. **Qualidade de Vida no Trabalho: Funcionários com qualidade de vida no trabalho são mais felizes e produzem mais**. Revista FAE, 2003.
- CUNHA, G. D. Da. **Um panorama atual da Engenharia de Produção**. ABEPRO, 2002. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/PanoramaAtualEP4.pdf>>. Acesso em: 04 de jan. 2018.
- FAÉ, C. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Um retrato da Engenharia de Produção no Brasil**. Gestão Industrial, v. 1, n. 3, p. 315-324, 2005.
- FLEURY, A. **O que é Engenharia de Produção?** In: BATALHA, M. O. (Org.) Introdução à Engenharia de Produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- OLIVEIRA, V. F. ; ALMEIDA N. N.; CARVALHO D. M.; PEREIRA F. A. A. **Um Estudo Sobre A Expansão Da Formação Em Engenharia No Brasil**. Revista de Ensino de Engenharia da ABENGE. Edição Especial comemorativa dos 40 anos da entidade. 2013.



OLIVEIRA, V. F.; VIEIRA JÚNIOR, M.; CUNHA, G. D. (2010). **Trajetória e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia volume VII: Engenharia de Produção**. Brasília: INEP/MEC, v. 1. 158p.



ESTUDO DE CURVAS DE CONFIABILIDADE EM LINHAS DE TRANSMISSÃO UTILIZANDO SIMULAÇÃO DE DADOS

STUDY OF RELIABILITY CURVES IN TRANSMISSION LINES USING
DATA SIMULATION

Ingrid Rebouças de Moura
Jurandir Barreto Galdino Junior
Felipe De Araújo e Mello
Herbert Ricardo Garcia Viana
Hélio Roberto Hékis

Resumo

As atividades relativas à transmissão de energia, contam com recursos destinados à sua produção normalmente afastados dos grandes centros consumidores, sendo necessário a utilização de extensas linhas transmissoras com elevada confiabilidade. Essa realidade torna essencial o desenvolvimento de análises mais apuradas durante os processos de inspeção. neste sentido, este estudo buscou investigar os dados de falhas referentes aos equipamentos presentes em uma linha de transmissão, com o intuito de extinguir o gap técnico de dados coletados com as ferramentas de análise da engenharia da confiabilidade. A metodologia da pesquisa, consiste na elaboração de dados hipotéticos, construídos a partir de simulação de uma amostra aleatorizada dos pontos de falhas mínimas e máximas, providas de uma companhia hidrelétrica no Rio Grande do Norte e na obtenção das equações a partir da modelagem de curvas de confiabilidade com a utilização do *software Weibull++*. Os resultados demonstram a utilidade do *software* para o estudo de engenharia de confiabilidade em linhas de transmissão, assim como a aplicação de simulação para elaboração de banco de dados, e por fim, apresenta o bom ajuste da distribuição *Weibull* de 3 parâmetros, a amostra analisada.

Palavras chaves: Linhas de Transmissão, Engenharia da Confiabilidade, *Weibull++*.

Abstract

The activities related to the transmission of energy, have resources destined to their production normally away from the large consumer centers, requiring the use of extensive transmission lines with high reliability. This reality makes it essential to develop more accurate analyzes during the inspection process. In this sense, this study sought to investigate the fault data regarding the equipment present in a transmission line, in order to extinguish the technical gap of data collected with the reliability engineering analysis tools. The research methodology consists in the elaboration of hypothetical data constructed from a simulation of a randomized sample of the minimum and maximum failure points provided by the são francisco hydroelectric company in rio grande do norte and obtaining the equations from the modeling of curves of reliability with the use of the *weibull ++* software. The results demonstrated the usefulness of the software in question for the reliability engineering study in transmission lines, as well as the simulation application for database elaboration, and finally presents the good adjustment of the *weibull* distribution of 3 parameters in the analyzed sample.

Keywords: Transmission Lines; Reliability Engineering; *Weibull ++*.



1. INTRODUÇÃO

No segmento industrial de Linhas de Transmissão, o processo de inspeção é considerado uma tarefa importante. Sendo um elo entre os ativos e a engenharia de manutenção das organizações concessionárias, o inspetor é responsável por coletar e registrar dados com segurança e produtividade num processo caro e sensível a variações de confiabilidade (YANG *et al.*, 2018; HAN *et al.*, 2019).

Funções de confiabilidade, funções de risco, tempo médio até falhas (*MTTF - Mean Time To Failure*) e vida residual média, tem sido processos pouco utilizados pelas equipes de engenharia de manutenção neste setor. Desta forma, fica comprometida a prontidão deste capital intangível sob a forma de capital da informação.

A qualidade do banco de dados é relevante para estudos científicos, sendo assim, a falta de dados históricos relacionados ao gerenciamento da manutenção e confiabilidade, pode ser considerada uma barreira para criação de uma gestão satisfatória do tratamento eficaz dos dados obtidos por inspetores, dificultando a gestão de risco e a administração dos custos de manutenção dos equipamentos (SINHA, 2015; FIGUEIREDO, PEREIRA, 2017).

Através da utilização da engenharia de confiabilidade é possível analisar e melhorar a confiança de sistemas e equipamentos, por meio do uso de ferramentas originadas da matemática e estatística. Além disso, também é possível melhorar o desenvolvimento dos processos e do produto, e com isso colaborar com o desenvolvimento da empresa (PAE *et al.*, 2018; ABRISCO, 2019).

Desta forma, com o objetivo de extinguir o gap técnico entre os dados de falhas dos isoladores, obtidos pelos inspetores de linhas de transmissão e os produtos aplicáveis da engenharia de confiabilidade, foi elaborado este trabalho, que utilizou dados hipotéticos baseados na realidade e simulados pelo *software R®* com o objetivo de chegar o mais próximo possível de uma situação real de dados de falhas de linhas de transmissão. A simulação, tomou como base dados coletados de uma companhia hidrelétrica situada no Rio Grande do Norte para produzir os gráficos de maneira informatizada de funções de confiabilidade, funções de risco, *MTTF* e vida residual média.

O presente trabalho está assim dividido: (2) Breve revisão de literatura contendo o desenvolvimento e conceitos importantes referentes a uma análise de confiabilidade em sistemas, (3) metodologia empregada para coleta e separação dos dados, bem como a elaboração das curvas de confiabilidade, (4) análise dos dados e resultados referente a confiabilidade dos equipamentos em operação da companhia e (5) apresentação das considerações finais.



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Linhas de Transmissão

As linhas de transmissão tem como principal objetivo transmitir energia elétrica de uma determinada localização para outra, sendo assim, essas estruturas são ativos importantes em sistemas de energia, sendo necessária uma manutenção cuidadosa para diminuir a chance de ocorrer falhas associadas ao ambiente como todo, garantindo o bom funcionamento de todo o sistema (BOMPARD *et al.*, 2013; QIN *et al.*, 2017; EL-GHANY, ELSADD, AHMED, 2019).

2.2 Tempos de falha

A falha de um equipamento pode ser caracterizada pelo momento que o sistema deixa de desempenhar sua função conforme foi projetado, todavia, há a necessidade de definirmos a falha de maneira quantitativa levando em consideração a instabilidade e a deterioração do item. Na maioria das circunstâncias, a degradação do desempenho é a principal falha para o equipamento mecânico que leva ao desperdício tanto do produto quanto do tempo (FOGLIATTO, RIBEIRO, 2009; DAI *et al.*, 2018).

Podemos definir a probabilidade de falha de um item em determinado período de tempo ($t; t + \Delta t$) em valores discretos. Assim, temos que o estado de um item em um dado tempo t é definido por uma variável aleatória em $X(t)$, onde:

$X(t) = 1$, se o item estiver funcionando no instante t .

0, se o item estiver em estado de falha no instante t .

Desta forma, temos que T é uma variável aleatória, onde temos o período de tempo a partir do instante em que o item é posto em operação até o momento em que falha pela primeira vez. Consideremos a função de distribuição $F(t)$ dada por:

$$F(t) = \Pr(T \leq t) = \int_0^t f(u) du, t > 0 \quad (1)$$

Enquanto a função de densidade de probabilidade $f(t)$ é definida da seguinte maneira:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Pr(t < T < t + \Delta t)}{\Delta t} \quad (2)$$



Dentro deste contexto, temos o *MTTF*, um critério utilizado na engenharia com o objetivo de estipular a confiabilidade de um sistema ou equipamento. Esse parâmetro é comumente utilizado em mecanismos com capacidade para suportar a falhas, tornando-se útil nas tomadas de decisões referentes a manutenção do sistema ou de qualquer artefato (BANDAN *et al.*, 2019).

2.3 Função de Confiabilidade

Uma análise de confiabilidade baseada na probabilidade estatística de dados, deve contar com um banco de dados robusto, de forma a obter com eficácia as curvas de confiabilidade da amostra (DAI *et al.*, 2018).

Em termos matemáticos tem sua função representada por $R(t)$, a qual pode ser interpretada como a probabilidade de um componente apresentar ausência de falhas por um determinado intervalo de tempo, podendo ser definida por:

$$R(t) = P(x > t) \quad (3)$$

Onde x é uma variável aleatória sendo maior que um tempo t . Além disso, essa função pode ser utilizada em aplicações relacionadas a análise de sobrevivência, confiabilidade do projeto do sistema e produtividade da máquina (CHATURVEDI, MALHOTRA, 2019; KHANIYEV *et al.*, 2019).

2.4 Função de Risco

A função de risco ou como também é conhecida, taxa de falha, possui características associadas frequentemente a sua aplicação. A medida de distribuição é uma questão importante para qualquer estudo de métodos de estimação de parâmetros propostos. Em análises de confiabilidade é umas das mais utilizadas, na norma NBR 5462/94 – Confiabilidade e manutenibilidade, que define taxa de risco pelo limite, quando existe, da relação da probabilidade de ocorrência de falha em um item por determinado intervalo de tempo (ABNT, 1994; CIANI, GUIDI, 2019).

Assim, segundo Fogliatto e Ribeiro (2009) considerando que o item está funcionando em um instante t , a probabilidade deste item falhar no intervalo de tempo $(t; t + \Delta t)$ é:

$$\Pr(t < T \leq t + \Delta t \mid T > t) = \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{R(t)} \quad (4)$$

Dividindo-se a equação anterior pelo intervalo de tempo Δt , considerando seu



limite em $\Delta t \rightarrow 0$, obtém-se a seguinte equação para função de taxa de falha $h(t)$:

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{\Delta t} \cdot \frac{1}{R(t)} = \frac{f(t)}{R(t)}, t \geq 0 \quad (5)$$

Como o conceito é determinado em termos de probabilidade, vale ressaltar que a função de taxa de risco deve satisfazer as seguintes propriedades:

$$-\int_0^{\infty} h(t) dt = +\infty \quad (6)$$

$$-h(t) \geq 0, \forall t \geq 0 \quad (7)$$

2.5 Distribuições de probabilidade em confiabilidade

Os estudos de confiabilidade estão focados em determinar um tempo t que estabeleça a quantidade de falhas presente no sistema. Esses indicadores de sobrevivência são definidos a partir do ajuste de uma distribuição de probabilidade aos tempos de falhas presentes no banco de dados. Índices de confiabilidade são determinados para um dado sistema ou componente, é a interpretação desses índices que esclarece quão confiável é o sistema. Desta forma, uma distribuição de probabilidade descreve o comportamento aleatório de um fenômeno. Os métodos mais utilizados para estimar os parâmetros populacionais, são os métodos dos momentos, dos mínimos quadrados e da máxima verossimilhança, porém independente da metodologia aplicada os dados não devem ser tendenciosos, mas consistentes, eficientes e suficientes (FOGLIATTO, RIBEIRO, 2009; DZOBO *et al.*, 2012).

Existem várias distribuições dentro da estatística, porém a finalidade desta pesquisa é tratar distribuições de modelagem de processos de falhas contínuas. Estas normalmente são representadas por distribuições Exponencial, Lognormal, Gama e *Weibull*. Em confiabilidade pode-se ressaltar a distribuição de *Weibull* por ser mais flexível na representação de amostras de tempos até falha de tamanho pequeno (FOGLIATTO, RIBEIRO, 2009; CARVALHO, 2011).

O Quadro 1 apresenta uma explicação resumida quanto essas distribuições principais e suas expressões, utilizadas para modelar o comportamento dos sistemas.

Tipo de Distribuição	Características e Aplicações
<i>Weibull</i>	Mais flexível das distribuições, modela falhas por fadiga ou desgaste, geralmente.
Exponencial	Normalmente empregada para equipamentos eletrônicos, descrevendo sistemas de falhas constantes.
<i>Gama</i>	Generalizada da distribuição exponencial, modela tempo de falhas em sistemas com reparo ideal.
<i>Lognormal</i>	Caracterizada por ser uma distribuição limitada a esquerda, utilizada na modelagem de tempos até reparo em itens reparáveis.

QUADRO 1 - Resumo das principais distribuições de probabilidade em confiabilidade.
Fonte: Fogliatto e Ribeiro (2009), Carvalho (2011)

Através da modelagem com distribuições teóricas, os modelos podem ser descritos sinteticamente utilizando-se de poucos critérios, permitindo a extrapolação de um modelo além dos dados da amostra. Para isto, faz-se uso da estatística em classificações discretas e contínuas (MARQUES, 2004).

3. METODOLOGIA

3.1 Problema Proposto

O processo de manutenção dos componentes das cadeias de isoladores de linhas de transmissão, é basicamente composto por inspeções anuais e pela substituição preventiva destes componentes quando necessário.

Entretanto, existe várias formas de se realizar inspeções em linhas de transmissão, podendo ser mais detalhada, e consequentemente mais dispendiosa, ou menos detalhada com menor custo. A seleção de qual método de inspeção utilizar deve estar relacionada ao estado de confiabilidade do ativo, mais especificamente em relação ao tempo estimado de falha dos componentes. Comumente as empresas optam por realizar inspeções com menor custo sem preocupar-se com as consequências a longo prazo.

Dessa forma, a solução para o problema proposto é entender a melhor forma de prever por meio de simulação, a vida útil dos componentes das cadeias de isoladores a partir dos dados coletados nas inspeções.

3.2 Modelagem da confiabilidade dos sistemas

Uma vez que não foi possível a obtenção de informações com qualidade suficiente para a elaboração de curvas de confiabilidade, foram utilizados dados hipotéticos.



téticos gerados a partir de uma amostra aleatorizada dos pontos de falha mínimos e máximos - 2823 (dias) e 6033 (dias) de valores fornecidos pela companhia hidrelétrica. Para gerar os dados aleatórios entre os valores extremos foi utilizado o *software R*® com o objetivo de simular uma situação real de dados de falhas de linhas de transmissão. No processo de elaboração das curvas de confiabilidade foi utilizado o *software Weibull++* da *ReliaSoft*®.

A simulação pode ser utilizada com o objetivo de gerar um conjunto de dados de falhas agrupados, que seja ajustável a uma das distribuições de probabilidade conhecida. Para estimar os parâmetros de populações em uma amostra aleatória, duas abordagens são comumente aplicadas e integram a modelagem do *software* utilizado no presente estudo: O método de estimativa da máxima verossimilhança (padrão) e a estimativa de mínimos quadrados (MACHADO, BARBOSA, MIRANDA, 2008; PESSÔA et al., 2016; CUI et al., 2019).

A função de estimativa da máxima verossimilhança (MLE) indica a provável relação da amostra observada com uma função que descreva para cada conjunto de parâmetros de distribuição, a probabilidade de que a verdadeira função tenha esses parâmetros com base nos dados da amostra. (HARTLEY, 1958; CSATÓ, 2019).

Neste estudo os tempos de falhas foram inseridos no *software* onde foram observados os dados em função dos resultados obtidos nos testes de correlação, Valor de Probabilidade, *Kolmogorov-Smirnov* e Qui-quadrado, afim de determinar a curva que melhor se adere a simulação de equipamentos de uma linha de transmissão.

4. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Foram analisadas cerca de 11 distribuições, porém para fins de análise, será apresentado as duas melhores distribuições apontadas pelo programa: *Weibull 3P* e *Gama-G*. O conjunto de dados gerados na simulação pode ser observado no Quadro 2.

Conjunto de dados analisados									
5533	5563	5086	5650	4624	3723	5356	5832	3369	5761
3981	5056	5119	2875	3386	5895	5514	3678	5433	5773
4798	5089	3305	5314	4826	4933	4285	4749	3779	5673
5960	5228	3498	4792	3977	3236	2836	3071	3015	3489
3456	4018	4461	3142	5033	4249	5135	3205	2994	3538
4014	4478	5066	2985	4912	3359	5906	4922	3452	4414
4115	3916	3951	3213	5702	3822	4720	2956	3832	4803
4700	3696	4971	3290	5540	5225	4310	4093	4323	5645
5975	4232	2989	4548	3102	4062	5776	5331	3824	4363
4335	2863	2899	5620	3968	2816	4133	5581	4253	3727

QUADRO 2 - Conjunto de dados analisados.

Fonte: Autoria própria (2019)

A Figura 1 mostra uma comparação dos gráficos de probabilidade de duas escolhas de distribuições, usando o mesmo conjunto de dados.

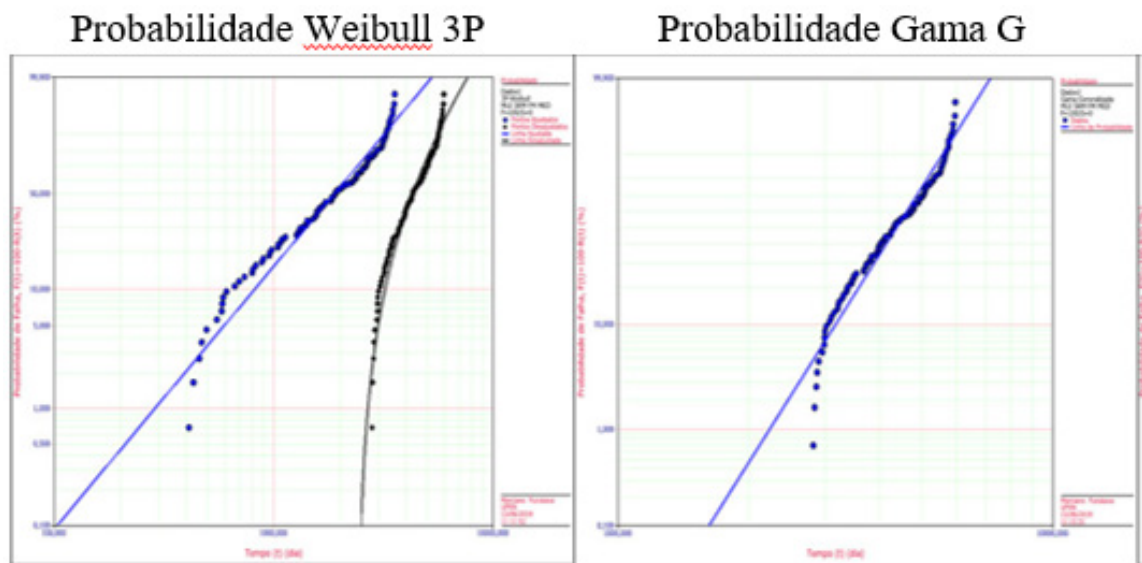


FIGURA 1 - Distribuições de probabilidade em confiabilidade.

Fonte: Autoria própria (2019)

Os gráficos mostram que a distribuição *Weibull 3P* se ajusta bem aos dados, sendo mais adequada do que a distribuição *Gama G*.

4.1 Teste de Coeficiente de Correlação

Este teste geralmente denotado por ρ (Rho), é uma medida de quão bem o modelo de regressão linear (a linha de probabilidade) se ajusta aos dados. No caso da análise de dados de vida, é uma medida da força da relação linear (correlação) entre as classificações medianas e os dados. Um valor de coeficiente de correlação zero indicaria que os dados são aleatoriamente dispersos e não têm padrão ou correlação em relação ao modelo de linha de regressão. Usando o conjunto de dados apresentado na Quadro 3, e o método de Regressão para estimar os parâmetros, fazemos a seguinte comparação:

Distribuição	Weibull 3P	Gama G
Parâmetros	$\beta = 2,06, \eta = 2233,00$ e $\gamma = 2403,6$	$\mu = 8,43, \text{Sigma} = 0,24$ e $\lambda = 0,62$
Coeficiente de correlação ($\hat{\rho}$)	0,98	0,97

QUADRO 3 - Comparando os coeficientes de correlação das distribuições usando o mesmo conjunto de dados.

Fonte: Autoria própria (2019)

O Quadro 3 mostra que a distribuição de *Weibull* 3P é o modelo mais adequado (isto é, ρ está próximo de 1). Além disso, o valor absoluto do coeficiente de correlação para a distribuição de *Weibull* 3P é maior do que para a distribuição de Gama G (ou seja, a distribuição de *Weibull* 3P é estatisticamente melhor ao ajuste).

4.2 Teste de Valor de Probabilidade

Ao usar o método MLE (Estimação de Máxima Verossimilhança) para estimar os parâmetros do modelo de distribuição, o valor de verossimilhança pode ser usado para avaliar o ajuste da distribuição para o conjunto de dados. A distribuição com o maior valor de Log-Verossimilhança (LK) é o melhor ajuste estatisticamente. Usando o conjunto de dados apresentado no Quadro 4 e usando o método MLE para estimar os parâmetros, fazemos a seguinte comparação:

Distribuição	Weibull 3P	Gama G
Parâmetros	$\beta = 2,24, \eta = 2223,19$ e $\gamma = 2403,6$	$\mu = 8,42, \text{Sigma} = 0,2$ e $\text{lambda} = 0,65$
Valor de log-verossimilhança	-823,38	-825,67

QUADRO 4 - Comparando o valor de log-verossimilhança das distribuições.

Fonte: Autoria própria (2019)

Ao contrário do coeficiente de correlação, o valor da verossimilhança não é restrito por um determinado intervalo de valores possíveis. LK pode ter qualquer valor e, portanto, não pode ser usado sozinho para fazer um julgamento sobre o ajuste do modelo de distribuição. LK pode, no entanto, ser usado para comparar o ajuste de múltiplas distribuições. A Tabela 3 mostra que o valor de log-verossimilhança para a distribuição de *Weibull* 3P é maior do que para as demais distribuições (ou seja, a distribuição de *Weibull* 3P é estatisticamente um melhor ajuste).

4.3 Teste *Kolmogorov-Smirnov*

O teste *Kolmogorov-Smirnov* (KS) modificado retorna a probabilidade de que $D_{CRIT} < D_{max}$. Um valor de alta probabilidade, próximo de 1, indica que há uma diferença significativa entre a distribuição teórica e o conjunto de dados. Desta forma, o Quadro 5 mostra que o valor de $P(D_{CRIT} < D_{max})$ para a distribuição Gama G é menor que a distribuição *Weibull* 3P (isto é, a distribuição Gama G é estatisticamente melhor ajustada).

Distribuição	Weibull 3P	Gama G
Parâmetros	$\beta = 2,24, \eta = 2223,19$ e $\gamma = 2403,6$	$\mu = 8,42, \text{Sigma} = 0,2$ e $\text{lambda} = 0,65$
$P(D_{CRIT} < D_{max})$	41,57%	28,39%

QUADRO 5 - Comparando duas distribuições usando o teste de *Kolmogorov-Smirnov* modificado.

Fonte: Autoria própria (2019)

4.4 Teste Qui-quadrado

O teste Qui-quadrado retorna um valor p, ou a probabilidade de que um valor χ^2 maior do que o valor observado poderia ocorrer desde que os dados sejam bem descritos pela distribuição presumida. Um pequeno valor de p indica boa concordância entre a distribuição presumida e o conjunto de dados, enquanto um valor de p próximo a 1 indica que há uma diferença significativa entre os dois. O Quadro 6 mostra que o valor de p quando os dados são ajustados para as distribuições, não há diferença de relação. Logo, este indicador não será analisado para escolha da distribuição.



Distribuição	Weibull 3P	Gama G
Parâmetros	$\beta = 2,24, \eta = 2223,19$ e $\gamma = 2403,6$	$\mu = 8,42, \text{Sigma} = 0,2$ e $\text{lambda} = 0,65$
Valor p	0%	0%

QUADRO 6 - Comparando duas distribuições usando o teste qui-quadrado.

Fonte: Autoria própria (2019)

A partir da análise gráfica visual e tendo em vista que o método MLE emprega maior peso ao teste de Log-verossimilhança, optou-se por utilizar a distribuição de *Weibull* em 3 parâmetro que tem como fórmula de Função Densidade de Probabilidade (PDF) a Equação 8, para Função Confiabilidade a Equação 9 e para Taxa de Falha a Equação 10 representadas a seguir.

$$f(t) = \frac{\beta}{n} \left(\frac{t - \gamma}{n} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t - \gamma}{n} \right)^{\beta}} \quad (8)$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t - \gamma}{n} \right)^{\beta}} \quad (9)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{n} \left(\frac{t - \gamma}{n} \right)^{\beta-1} \quad (10)$$

Para $t \geq \text{Gama}$, onde:

- Etâ: Parâmetro de escala ou vida característica;
- Beta: Parâmetro de forma ou inclinação;
- Gama: Parâmetro de localização ou vida livre de falha;

Para a distribuição em *Weibull* 3 parâmetros foi obtido o gráfico da PDF (Figura 2a). Por meio da Equação 8 é possível estabelecer que para um tempo t igual a 4000 dias obtém-se densidade de probabilidade de $f(t) = 0,000416$. Da mesma forma, foi obtida a curva de confiabilidade (Figura 2b) que pela Equação 9, foi observado que em 4000 dias a confiabilidade do sistema estará em 0,62 (62%). Com a probabilidade de falha (Figura 2c), que foi utilizada juntamente com a Equação 10, concluiu-se que em um tempo transcorrido de 4000 dias, cerca de 0,37 (37%) dos equipamentos haverão falhado.

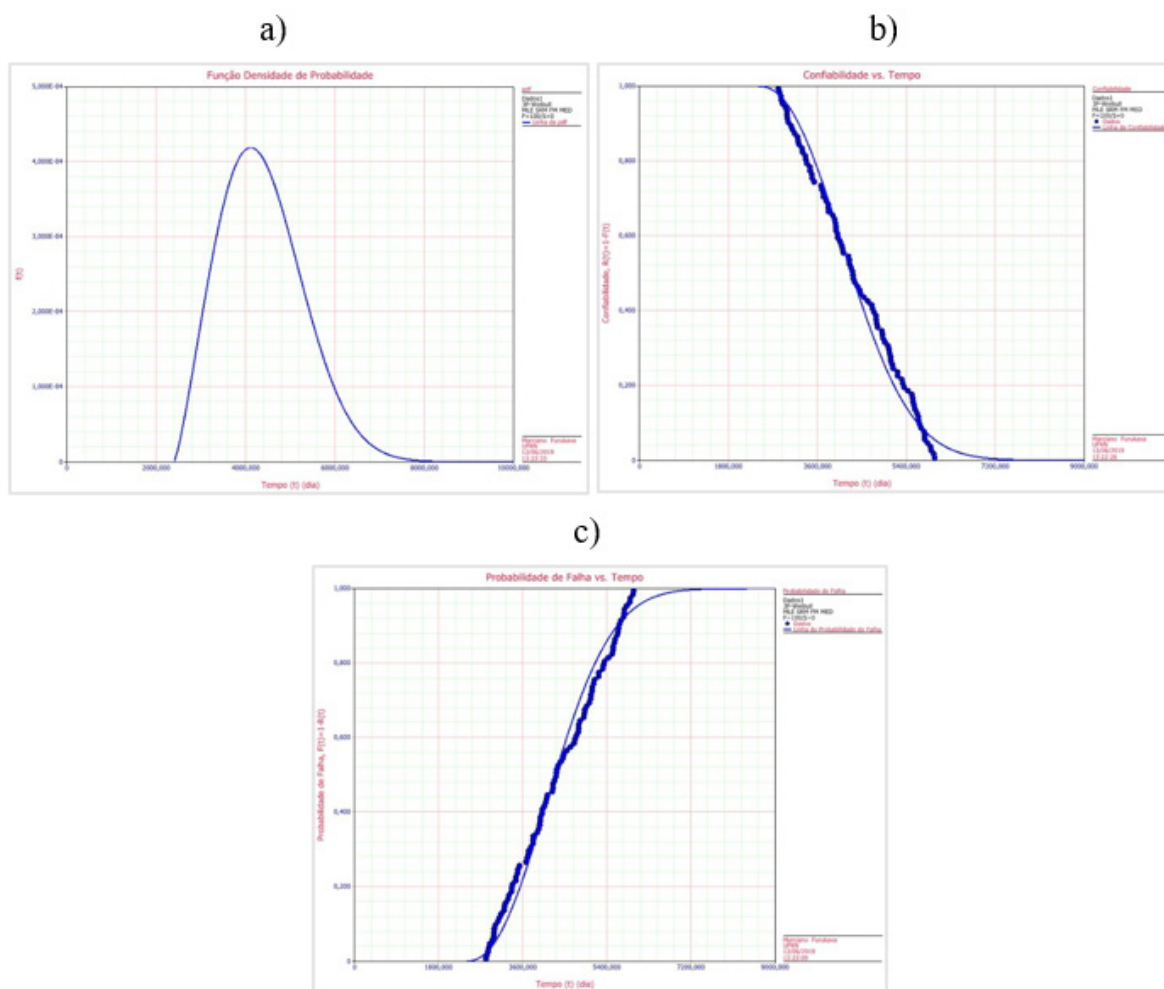


FIGURA 2 – Curvas obtidas na distribuição Weibull 3P.
Fonte: Autoria própria (2019)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme descrito no início do artigo, este trabalho teve como objetivo, diminuir as lacunas entre os dados obtidos pelos inspetores das linhas de transmissão e as ferramentas aplicáveis da engenharia da confiabilidade através de curvas de distribuições. Em função da inexistência de um banco de dados monitorado, a proposta se deteve a simulação de tempos de falhas por meio de pontos mínimos e máximos, obtendo de forma aleatória uma amostra de 100 dados que permitiu a modelagem de curvas de confiabilidade de equipamentos em uma linha de transmissão.

Nessa pesquisa, tanto a simulação quanto os gráficos obtidos mostraram-se uma ferramenta bastante útil e rápida para seleção de uma curva que melhor representasse a realidade. O *software Weibull++*, também garantiu a inclusão de dois métodos de análise bastante disseminados em trabalhos nessa área e testes que tornaram possíveis a avaliação ao longo do tempo das falhas presentes nos equipamentos.

Nas análises realizadas a distribuição que obteve melhor ajuste a amostra foi a *Weibull* de 3 parâmetros, amplamente utilizada na engenharia de confiabilidade, principalmente para peças mecânicas caracterizando fadigas e desgastes. Neste estudo, também se apresentou pertinente para representação de confiabilidade de linhas de transmissão de energia, com a vantagem de ser aplicada a amostras reduzidas devido a sua versatilidade e relativa simplicidade.

A equação da função densidade de probabilidade, foi apresentada juntamente com as funções de confiabilidade e taxa de falha. A título de verificação, foram calculados os percentuais para cada uma das expressões no período determinado de 4000 dias, ressaltasse que para uma pesquisa futura seria interessante comparar o que foi simulado a uma amostra de falhas coletada em campo. A utilização de bancos de dados por pesquisadores para fins acadêmicos é imensamente trabalhada, porém em grande maioria há falta de monitoramento o que impossibilita o ajuste de distribuição, pensando nisso também se propõe que seja feita uma revisão de fatores de sucesso para ajuste de curvas em banco de dados.

REFERÊNCIAS

- ABRISCO. **Engenharia de Confiabilidade**. Disponível em: <<http://www.abrisco.com.br/novo/conceitos/9-engenharia-de-confiabilidade>>. Acesso em: 23 jun. 2019.
- ANDRADE, J. J. O. Emprego da confiabilidade na gestão estratégica da manutenção: estudos de caso. In: Simpósio Internacional de Confiabilidade – SIC, Fortaleza, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). 5662: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro. 1994.
- BANDAN, M. I. B. et al. Instantaneous Mean-Time-To-Failure (MTTF) estimation for checkpoint interval computation at run time. *Microelectronics Reliability*, [s.l.], v. 98, p.69-77, jul. 2019. Elsevier
- BOMPARD, E.; HUANG, T.; WU, Y.; CREMENESCU, M. Classification and trend analysis of threats origins to the security of power systems. *Int. J. Electr. Power Energy Syst.* 2013, 50, 50–64.
- BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.microrel.2019.04.009>
- CHATURVEDI, A.; MALHOTRA, A. On Estimation of Reliability Functions using Record values from Proportional Hazard Rate Model. *Austrian Journal Of Statistics*, [s.l.], v. 48, n. 3, p.35-53, 26 jan. 2019. **Austrian Statistical Society**. <http://dx.doi.org/10.17713/ajs.v48i3.831>.
- CIANI, L.; GUIDI, G. Application and analysis of methods for the evaluation of failure rate distribution parameters for avionics components. *Measurement*, 2019.
- CSATÓ, L. A characterization of the Logarithmic Least Squares Method. v. 276, p. 212–216, 2019.
- CUI, K; TANG, M; OU, D. Simulation Data Generating Algorithm for Railway Turnout Fault Diagnosis in Big Data Maintenance Management System. **International Symposium For Intelligent Transportation And Smart City (itasc) 2019 Proceedings**, [s.l.], p.155-166, 2019. Springer Singapore. http://dx.doi.org/10.1007/978-981-13-7542-2_15.
- DAI, W. et al. applied sciences Research on Reliability Assessment of Mechanical Equipment Based on the Performance – Feature Model. 2018.
- DZOBO, O.; GAUNT, C. T.; HERMAN, R. Electrical Power and Energy Systems Investigating the use of probability distribution functions in reliability-worth analysis of electric power systems. **International Journal**



of Electrical Power and Energy Systems, v. 37, n. 1, p. 110–116, 2012.

EL-GHANY, H. A. A; ELSADD, M. A.; AHMED, E. S. A faulted side identification scheme-based integrated distance protection for series-compensated transmission lines. **International Journal Of Electrical Power & Energy Systems**, [s.l.], v. 113, p.664-673, dez. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijepes.2019.06.021>.

FIGUEIREDO, M.S.N.; PEREIRA, A.M. Managing Knowledge – The Importance of Databases in the Scientific Production. **Procedia Manufacturing**, [s.l.], v. 12, p.166-173, 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2017.08.021>.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. Confiabilidade e Manutenção Industrial. São Paulo: Campus; Elsevier, 2009.

HAN, J. et al. A Method of Insulator Faults Detection in Aerial Images for High-Voltage Transmission Lines Inspection. **Applied Sciences**, [s.l.], v. 9, n. 10, p.1-22, 16 maio 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/app9102009>.

KHANIYEV, T. et al. Statistical distributions and reliability functions with type-2 fuzzy parameters. *Eksploatacja I Niezawodność - Maintenance And Reliability*, [s.l.], v. 21, n. 2, p.268-274, 22 mar. 2019. Polskie Naukowo Techniczne Towarzystwo Eksploatacyjne. <http://dx.doi.org/10.17531/ein.2019.2.11>.

QIN, X.; WU, G.; YE, X.; HUANG, L.; LEI, J. A Novel Method to Reconstruct Overhead High-Voltage Power Lines Using Cable Inspection Robot LiDAR Data. *Remote Sens.* 2017, 9, 753.

MACHADO, Camila Rodrigues Vieira; BARBOSA, Samara Lopes; MIRANDA, Wederley Mendes. SIMULAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO CORRETIVA E O IMPACTO EM UM SISTEMA PRODUTIVO. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Enegep, 2008. p. 1 - 11.

MARQUES, Denilson. Metodologia para Ajuste e Comparação de Modelos em Confiabilidade. 2004. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

PAE, S. et al. Reliability engineering: Help enable technology scaling. **2018 China Semiconductor Technology International Conference (cstic)**, [s.l.], mar. 2018. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/cstic.2018.8369277>

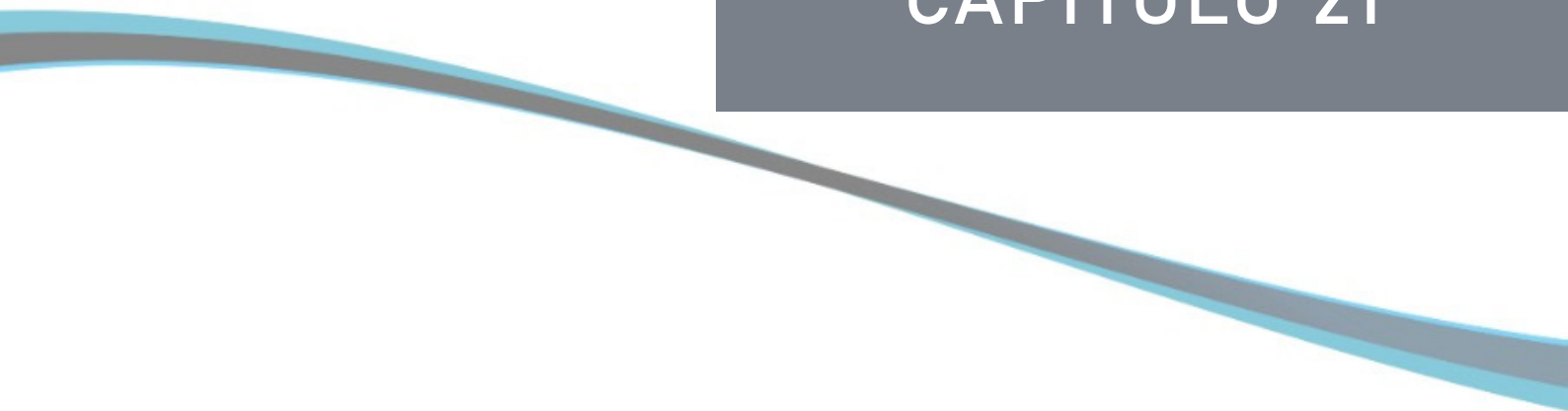
PESSÔA, L. A. M; FERREIRA, R. J. P; De ALMEIDA, A. T. Análise de escolha de armamento naval com base no método multicritério fitradeoff. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 48., 2016, Vitória. **Anais do XLVIII SBPO**. Vitória: 2016. p. 4053 - 4061.

SINHA, P. Towards higher maintenance effectiveness. **International Journal Of Quality & Reliability Management**, [s.l.], v. 32, n. 7, p.754-762, 3 ago. 2015. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/ij-qrm-03-2013-0039>.

HARTLEY, H. O. Maximum Likelihood Estimation from Incomplete Data Published by : International Biometric Society Stable URL : <https://www.jstor.org/stable/2527783> REFERENCES Linked references are available on JSTOR for this article : You ma. v. 14, n. 2, p. 174–194, 1958.

YANG, Q. et al. A random chemical reaction optimization algorithm based on dual containers strategy for multi-rotor UAV path planning in transmission line inspection. **Concurrency And Computation: Practice and Experience**, [s.l.], v. 31, n. 12, p.1-13, 25 out. 2018. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/cpe.4658>.





CAPÍTULO 21

A UTILIZAÇÃO DO BLOCKCHAIN NA CADEIA DE SUPRIMENTOS INTERNACIONAL

THE USE OF BLOCKCHAIN IN THE INTERNATIONAL SUPPLY CHAIN

Paulo Roberto dos Santos Tavares
Paulo Sérgio de Arruda Ignácio

Resumo

O desenvolvimento tecnológico na logística tem sido uma necessidade para o atendimento das alterações de comportamento do mercado consumidor e muda o foco da cadeia de suprimentos da movimentação de produtos e serviços ao longo de uma cadeia de valor para integração e orientação ao usuário, construção de relações de parceria e sincronização cada vez maior dos participantes. o surgimento do bitcoin como criptomoeda permitiu o processamento de dados de maneira descentralizada e a criação de algoritmos e mecanismos de controle e segurança de dados que resultou na criação do Blockchain. a aplicação do Blockchain na cadeia de suprimentos oferece uma possibilidade de descentralização dos controles de documentação e transações, contratação e ofertas de serviços e favorece a livre concorrência dos participantes das cadeias internacionais. a operação descentralizada em uma relação *peer-to-peer* permite a eliminação dos intermediários do processo, incluindo agentes bancários e reguladores. a redução de fraudes e redução dos custos transacionais são benefícios esperados como resultado desse processo descentralizado. este trabalho tem como objetivo contribuir com o conhecimento sobre os impactos e benefícios da utilização do Blockchain na cadeia de suprimentos servindo para a comunidade científica e interessados no assunto que buscam conhecer ou investir nessa tecnologia.

Palavras chave: Blockchain; Supply Chain; Comércio Internacional; Benefícios.

Abstract

The technological development in logistics has been a necessity as an answer for the market behavior and supply chain focus change from moving products and services up and downstream to the user orientation, partnership relations building and synchronization increase in the chain participants. The bitcoin creation as a cryptocurrency enabled the data management in a decentralized manner and the creation of algorithms and mechanisms of data security and control resulting in the blockchain creation. Blockchain application in supply chain enable the control decentralization for documents, transactions, service contracts and foster the free competition among the international supply chain participants. The decentralized operation in a peer-to-peer relation make possible the intermediaries elimination, including bank and regulation services, reduction of fraud and transactional costs as a result of this decentralized process. The present article aims to contribute with knowledge about the benefits of blockchain application in supply chain supporting the scientific community and people interested in knowing or investing in this technology.

Key-words: Blockchain; Supply Chain; International Trade; Benefits.



1. INTRODUÇÃO

O aumento da globalização nos últimos anos tem feito com que as empresas busquem técnicas de gerenciamento e padronização de suas atividades de maneira a garantir o atendimento das expectativas dos consumidores e a redução e estabilização da variabilidade dos seus processos internos como fator competitivo (Su et. Al. 2015).

O desenvolvimento do mercado consumidor e os novos desafios de competitividade surgidos nos últimos anos tem aumentado a necessidade das empresas na adoção de novas técnicas de gerenciamento da sua cadeia de suprimentos e de tecnologias que suportem novos modelos de negócios mais competitivos e eficientes. Ao longo dos últimos anos tem crescido a adoção de métodos colaborativos de gestão na cadeia de suprimentos (Seifert 2003) buscando o aumento da iteração entre os participantes da cadeia de suprimentos e maior transparência da informação e melhoria do processo de planejamento de produção e demanda aumentando a disponibilidade do produto para o consumidor final (Subramanian 2018).

Adicionalmente, a polarização econômica em diferentes regiões do mundo como resultado do processo de globalização, aumenta o desafio das empresas em termos de competitividade e sustentabilidade em seus negócios. As alterações das condições dos mercados locais e globais que as empresas atuam reforçam a necessidade da adoção de técnicas e estratégias focadas em criação de vantagem competitiva (Wu 2013).

O desenvolvimento da digitalização e utilização do Blockchain e computação em nuvem na cadeia de suprimentos desde o surgimento das criptomoedas tem permitido a aplicação da tecnologia para a facilitação do comércio internacional devido as suas características de dados inalteráveis (Tuomisto e Saeed 2018).

Segundo Wang et.al. (2019), a maioria da literatura disponível no meio científico que faz algum tipo de referência sobre os possíveis benefícios da utilização de Blockchain na cadeia de suprimentos foi publicada a partir de 2015 o que está diretamente ligado a estágio ainda inicial de desenvolvimento de pesquisas acadêmicas sobre o tema.

A descentralização das informações pode ser uma alternativa para aumento da velocidade e confiabilidade das transações comerciais internacionais beneficiando as atividades de importação e exportação dos países que realizam essas transações.

Nesse sentido o presente artigo pretende responder a seguinte pergunta:

Quais são os possíveis impactos e benefícios da utilização do Blockchain nas



cadeias de suprimento internacionais?

O objetivo primário desse trabalho é entender como a aplicação dos conceitos de Blockchain podem impactar e beneficiar as cadeias de suprimentos internacionais.

Os objetivos secundários são:

- Identificar quais são os tipos de negócio que utilizam conceitos de Blockchain;
- Identificar quais são as características e benefícios relevantes oferecidos pelo Blockchain;
- Entender como o Blockchain pode aumentar a competitividade à cadeia de suprimentos.

O trabalho contribuirá para a para o conhecimento dos que estão buscando entender e conhecer os possíveis benefícios da aplicação do Blockchain nas cadeias de suprimento e possam decidir sobre pesquisar mais a fundo ou investir nessa tecnologia em suas operações.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A Cadeia de Suprimentos

A definição da cadeia de suprimentos segundo Chopra e Meindl (2011), é a combinação de diversos participantes envolvidos direta ou indiretamente. Os processos, atividades e esforços que incluem fornecedores, distribuidores e fabricantes, aliados a todos os que suportam e contribuem para a realização do atendimento do pedido do cliente, como por exemplo transportadores, armazéns e prestadores de serviço compõem essa cadeia.

A cadeia de suprimentos pode ser entendida como um processo dinâmico que inclui o fluxo contínuo e organizado de materiais, informações e recursos em várias áreas funcionais combinadas entre os membros dessa organização (JAIN et al., 2009) contemplando o processo de transformação desde a matéria prima até o produto final.

As empresas buscam inicialmente conseguir pedidos de clientes no mercado e esse é o início do processo de gestão que deve orientar o fluxo de produtos pela cadeia de suprimentos guiadas por indicadores de performance operacionais abastecendo os processos anteriores com informações. A transparência da informação



é necessária desde o recebimento dos pedidos até a manutenção do relacionamento entre os membros da cadeia de suprimentos (Gunasekaran et al., 2001).

O aumento da transparência e da liberdade de comércio entre os diferentes mercados combinados com o avanço das tecnologias, de acordo com mudou o foco da cadeia de suprimentos de eficiência de produção e movimentação para orientação ao usuário, relações de parceria e sincronização (JAIN Et.AL. 2009).

O aumento da participação dos integrantes de uma cadeia de suprimentos no mundo digital, incluindo fornecedores, distribuidores, prestadores de serviços, operadores logísticos e consumidores, plataformas de pagamento e outros intermediários tem aumentado a necessidade de personalização dos canais de distribuição e da simplificação das transações para atendimento do mercado consumidor (SUBRAMANIAN, 2018).

2.2 O Blockchain

O Blockchain é uma base de dados descentralizada organizada no formato *peer-to-peer* que pode ser compartilhada em uma rede de múltiplos usuários, localidades e empresas (Brown 2016) e permitiu a criação de moedas de controle descentralizados como o Bitcoin, de contratos auto gerenciáveis chamados de *Smart Contracts* e ativos inteligentes que podem ser controlados pela internet chamados de *Smart Property* (WRIGHT E DE FILIPPI, 2015).

Nakamoto aponta em 2008 o surgimento do Blockchain a partir da introdução do bitcoin no mercado e a partir do desenvolvimento e maturação da tecnologia e dos algoritmos de controle os benefícios da descentralização nas transações começa a ser intensificado a partir de inovações disruptivas como Blockchain (Brosseau e Penard 2007).

O Blockchain é uma estrutura compartilhada formada por uma distribuição de registros imutáveis de informações e transações chamado de Distributed Ledger (TUOMISTO E SAEED, 2018) que funciona a partir de um protocolo. Cada uma das transações ligadas a uma conexão é protegida e validada por meio de um algoritmo matemático que garante a acuracidade e segurança da informação (SUBRAMANIAN, 2018). A figura 1 ilustra estrutura de armazenagem do Blockchain.

Pode ser entendida também como um bloco de registros digitais compartilhado em modelo de plataforma muito conhecido pelo registro das movimentações financeiras de Bitcoin e outras criptomoedas tendo a impossibilidade de alteração e deleção de dados como principal diferencial das redes compartilhadas comuns. (SHILLING, 2018).



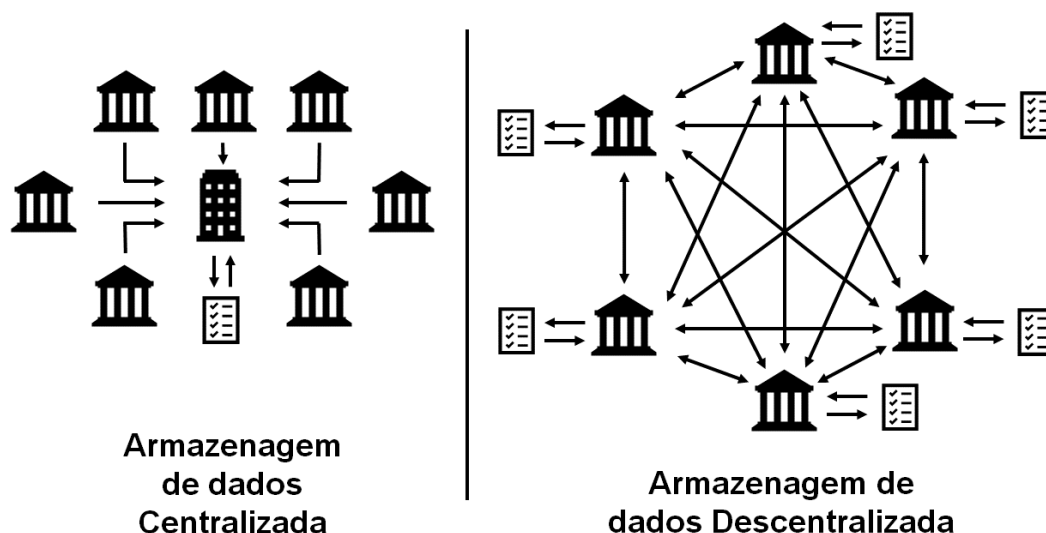


Figura 1. Estrutura de armazenagem de dados – Blockchain.
Fonte: baseado em Shilling (2018).

A inovação trazida pela tecnologia do Blockchain é a capacidade de validar, gravar e distribuir transações imutáveis em redes criptografadas descentralizadas e confiáveis permitindo a partir da criação de uma rede global compartilhada que indivíduos, indústrias, máquinas e organizações interajam entre si sem necessidade de intermediação e validação de terceiros e de confiança entre os membros da rede (GAEHTGENS E ALLAN, 2017).

De acordo com diversos autores existem diversas vantagens para a utilização da tecnologia de Blockchain em uma operação (SUBRAMANIAN, 2018; SHILLING, 2018; YLI-HUUMO et al., 2016; GUPTA, 2017; IANSITI AND LAKHANI, 2017).

Informações	disponibilidade de informações e informações técnicas de produtos e transações em uma rede descentralizada pode eliminar o controle e manipulação.
Desintermediação	a partir da utilização de uma estrutura <i>peer-to-peer</i> dependência de terceiros na realização das transações, validação e controle é reduzida ou eliminada.
Garantia de validade transacional	prevenindo fraudes e informações duplicadas a partir da segurança oferecida pela própria estrutura do Blockchain.
Constância de informação	a partir do registro nos bancos de dados de todas as transações e serviços executados os dados são armazenados de maneira transparente e acessível segundo regras definidas nos algoritmos de proteção e mecanismos de autocorreção.
Anonimato das transações	em um ambiente compartilhado, garantindo que os participantes possam interagir dentro de uma cadeia com visibilidade controlada para imparcialidade dos processos quando necessário e sem perder a rastreabilidade.
Privacidade e segurança das informações	é garantida por meio da criptografia dos dados e dos diferentes níveis de acesso parametrizáveis em um Blockchain.
Rastreabilidade transacional	a partir da combinação das tecnologias de rastreamento de IPs e registros permitindo a fiscalização das transações por órgãos reguladores nacionais e internacionais garantindo a legalidade das operações.
Transações imediatas	são garantidas por mecanismos construídos dentro das redes de Blockchain realizando e finalizando as transações no menor tempo possível podendo também ser utilizados como comprovantes transacionais de recebimento, pagamento entre outros.
Automatização das transações	pode ser feita a partir de gatilhos nos nós, como por exemplo eventos de pagamento, autorizações e aprovações, de acordo com o algoritmo desenvolvido baseado no <i>smart contract</i> relacionado à transação.

Quadro 1 – Vantagens para utilização do Blockchain.

Um dos maiores benefícios citados na utilização do Blockchain é a eliminação da necessidade de um controle centralizado (*centralized ledger*) para validação e controle das transações, que pode trazer uma economia global a partir da elimi-

nação de algumas atividades ao longo da cadeia de suprimentos (SUBRAMANIAN, 2018) a partir da construção de uma rede descentralizada (distributed ledger).

O conhecimento e desenvolvimento dos potenciais de utilização do Blockchain na cadeia de suprimentos combinados com o aumento de exigência dos órgãos reguladores na indústria de alimentos tem potencializado e acelerado a adoção dessa tecnologia no controle e gerenciamento logístico da indústria alimentícia em busca de rastreabilidade e transparência de processos (SHILLING, 2018).

O aumento da transparência na cadeia de suprimentos na indústria alimentícia a partir da utilização de Blockchain para a monitoramento das operações desde a origem dos produtos tem permitido que algumas grandes organizações de varejo nos Estados Unidos reduzam o risco de contaminação dos produtos oferecidos a seus consumidores (SHILLING, 2018). Outras organizações ao redor do mundo nas cadeias farmacêutica, itens de luxo, joias e alimentação podem se beneficiar do Blockchain a partir da criação de sistemas de alimentação de dados diversos de suas operações logísticas para monitoramento e compartilhamento descentralizado e seguro de informações oferecendo novas configurações e modelos de governança para os participantes da cadeia de suprimentos que garantem a autenticidade, qualidade e integridade dos produtos e dos processos (NOFER et al., 2017).

Potencialmente, o Blockchain pode ser utilizado em diversas cadeias de suprimento em diferentes aplicações e ramos de negócio. Segundo Abeyratne e Monfared (2016) existe potencial para aplicação nas áreas financeiras, sociais, legais, gerenciamento patrimonial e engenharias diversas como resultado da atração de novos investidores de desenvolvimento e da adoção por novos usuários oferecendo uma mudança de perspectiva sobre o potencial dessa tecnologia.

Um dos desafios encontrados para o sucesso do monitoramento dos produtos ao longo da cadeia de suprimentos é garantir a obtenção e registro de dados em pontos chave da cadeia de suprimentos em uma qualidade que seja suficiente para o acompanhamento mais eficiente do processo. Isso pode reduzir o tempo de identificação de um problema de qualidade e também o tempo de investigação de problemas chegando às causas raiz em alguns segundos (SHILLING, 2018).

Adicionalmente ao movimento dos itens ao longo da cadeia de suprimentos, a indústria alimentícia se beneficia de compartilhamento de informações como certificados de origem e de qualidade, documentações e até licenças.

O crescimento do volume de informação gerada pelo registro das atividades em Blockchain faz os fabricantes de plataformas tecnológicas pensarem em um critério para identificar e gerenciar as informações mais antigas criando uma maneira de eliminar as redes que contém informações desnecessárias que não interessam mais aos usuários. Isso pode ser feito a partir da criação de redes paralelas em empresas que utilizam esse sistema, permitindo que elas sejam conectadas ou desconectadas caso necessário (SHILLING, 2018). Isso é necessário para garantir que o



volume de dados gerado e gravado no Blockchain seja absorvido pela estrutura de hardware disponível que abriga cada uma das partes do Blockchain.

A utilização de Blockchain em uma rede que permite a relação peer-to-peer em que o gerenciamento e controle das informações e transações é distribuído, permite a eliminação dos intermediários e a descentralização do processo, como ilustrado na Figura 2.

A utilização de criptomoedas nas transações comerciais para pagamento das partes participantes elimina ainda a necessidade de agentes bancários e órgãos reguladores intermediários permitindo um novo e independente modelo de negócios. Isso reduz o número de fraudes nas transações e também os problemas de roubo de informações (KURSH E GOLD, 2016) e aumenta a eficiência das transações reduzindo os custos transacionais aumentando a velocidade da informação (ZHENG et al., 2017).

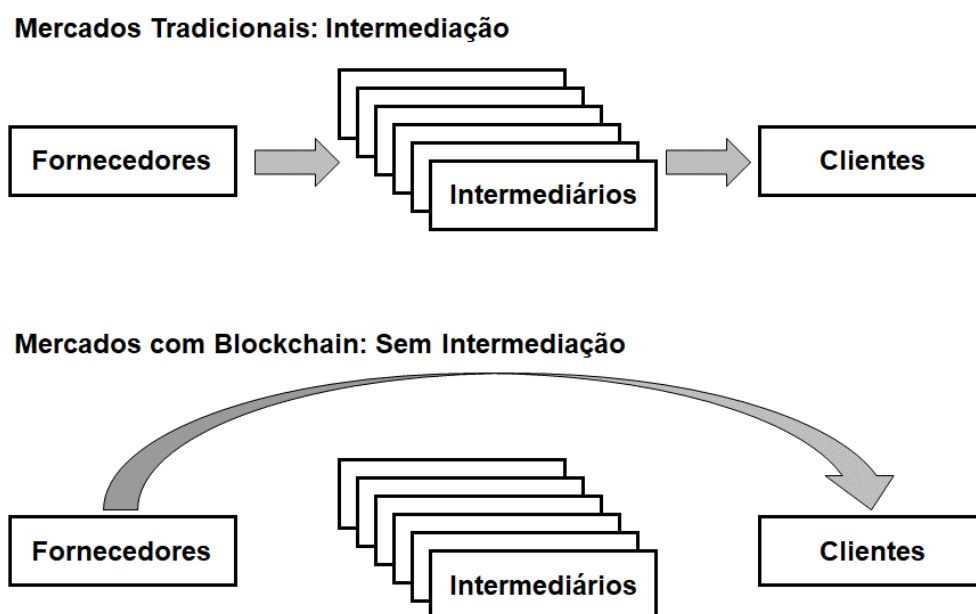


Figura 2. Mercado Tradicional e Mercado com Blockchain.
Fonte: baseado em Tönissen e Teuteberg (2019).

A centralização e controle das informações por meio da utilização e participação de intermediários na cadeia de suprimentos internacional reflete em controle e poder nas transações de comércio internacional. O controle e o processamento da documentação causam burocracia e custos de processo que devem ser remunerados pelos tomadores da operação (NOFER et al., 2017).

Os serviços oferecidos que se utilizam de Blockchain na logística são divididos em redes públicas e privadas de acordo com cada tipo de aplicação (KURSH E GOLD, 2016). A aplicação de Blockchain nos negócios tem sido observada com o oferecimento de aplicações específicas e redes de dados fechadas por meio de plataforma em alguns provedores de serviço de transporte logístico e frete marítimo, agronegócio e indústrias alimentícias, produtos animais e vacinas, varejo e comércios eletrônicos, rastreamento de cargas, controle de medicamentos e perecíveis e gerenciamento de documentações. A figura 3 ilustra os tipos de redes de

Blockchain.

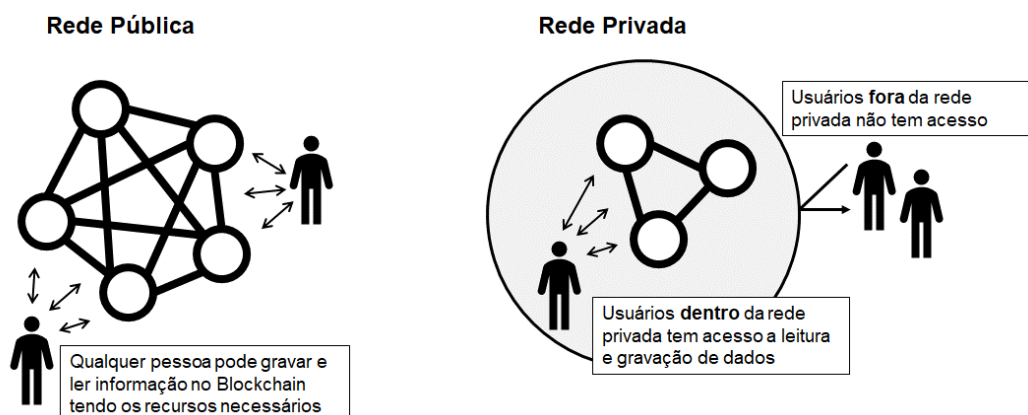


Figura 3. Blockchain Pública e Privada.
Fonte: baseado em (Kursh e Gold 2016).

A Blockchain pública (ou redes abertas) permite que todas as transações sejam disponibilizadas a todos os usuários que tem acesso à rede sem necessidade de permissões de qualquer tipo para acesso das informações e possuem mecanismos de incentivo para ingresso de novos usuários, como por exemplo o bitcoin (GAEHTGENS E ALLAN, 2017).

A Blockchain restrita (ou privada) exige que os participantes necessitem ser convidados por um controlador ou grupo de membros controladores que lhe darão direitos e restrições de acesso, gravação, leitura. Apenas os usuários autorizados conseguem interagir com a Blockchain privada dentro dos limites estabelecidos por esse grupo.

A criação de redes de monitoramento em tempo real a partir da adoção de coletores de informações periodicamente por sistemas de posicionamento global (GPS) e identificação por rádio frequência (RFID) é essencial para aumentar a capacidade de rastreamento de produtos para garantia dos processos, origem e transporte das cargas (WANG, 2019).

A aplicação de Blockchain na recuperação de cargas extraviadas ou roubadas pode ter um impacto importante sobre a operação reduzindo a chance de fraudes nas operações internacionais. A segurança proporcionada pelo controle e transparência de informações imutáveis inerente da estrutura do Blockchain independentemente do tipo de rede (pública ou privada) permite o rastreo e identificação dos pontos envolvidos com o desvio permitindo a tomada de ação corretiva muito mais rapidamente do que em sistemas tradicionais de comércio internacional a partir de intermediários (WANG, 2019).

Em uma transação internacional, por exemplo cerca de 200 pontos de contatos para troca de informações em 30 diferentes pontos de parada ocorreram em média nos embarques de mercadorias refrigeradas do Leste Africano para a Europa (IBM, 2017) fazendo com que um operador logístico internacional de grande porte buscasse de maneira colaborativa a criação de uma plataforma de trocas de informa-

ção para facilitar de forma segura a troca de informações oferecendo visibilidade em tempo real entre os parceiros.

A utilização de Blockchain pode aumentar a eficiência na logística e na cadeia de suprimentos a partir da aceleração da transferência de informações entre as partes envolvidas em uma transação comercial refletindo no tempo de trânsito dos produtos ao longo de uma cadeia de suprimentos melhorando a gestão de estoques e reduzindo perdas e custos operacionais (WANG, 2019).

3. MÉTODO DE PESQUISA

Pesquisa de natureza básica focada na contribuição do conhecimento científico sobre o assunto pesquisado de maneira exploratória para se obter um contato maior com o assunto pesquisado de maneira qualitativa com o levantamento de dados por meio de revisão bibliográfica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de Blockchain em cadeias de suprimentos internacionais tem sido utilizada em larga escala em alguns ramos de negócio que necessitam de credibilidade, qualidade, velocidade, redução de riscos, sustentabilidade e flexibilidade de operação trazendo novos modelos de negócios e relações comerciais entre participantes. A construção das relações comerciais é baseada em confiança e isso é oferecido pelos componentes do mecanismo de validação do Blockchain (WANG et al., 2019).

De acordo com Tönissen e Teuteberg (2019) nenhuma das atividades hoje executadas pelas empresas componentes das cadeias de suprimentos internacional pode ser substituída, porém grandes armadores podem se tornar operadores logísticos com maior amplitude de atuação ao oferecer plataformas tecnológicas para a execução da logística do comércio internacional exercendo o papel de integrador da cadeia de suprimentos em um novo modelo de negócios. Adicionalmente, nos mercados do agronegócio, alimentício e outros que necessitam de transparência no rastreamento das informações e controle de documentação podem ser beneficiados pelos modelos de negócio desenvolvidos com base no Blockchain.

A limitação do uso da tecnologia nas cadeias de suprimentos globais em aplicações mais avançadas de monitoramento e controle depende da capacidade dos pontos de acesso e movimentação das cargas em coletar, processar e disponibilizar as informações para gravação na rede.

Essa velocidade de desenvolvimento sugere que a tecnologia de Ledger des-



centralizado se desenvolva ainda mais rapidamente fazendo surgir diversos tipos de sistemas operacionais que permitirão a operação do Blockchain em diferentes níveis de permissão de acesso facilitando que as autoridades controlem as transações comerciais internacionais de maneira confiável.

A disponibilização de informações em tempo real em um ambiente seguro pode oferecer aos embarcadores maior facilidade no acompanhamento, controle e compartilhamento de documentos de importação e exportação garantindo a visibilidade ao longo da cadeia de suprimentos à medida que os containers são movimentados entre os portos dos países de origem e destino, fortalecendo os benefícios oferecidos pelo Blockchain.

A redução dos riscos e possibilidade de análise antecipada dos riscos da operação a partir de algoritmos e compartilhamento instantâneo de informação permitem aumento da segurança da informação e da integridade, originalidade e rastreabilidade da carga colaborando com os trabalhos de autoridades fiscalizadoras e oferecendo maior confiabilidade aos participantes das cadeias de suprimento. Um problema de qualidade em uma rede de abastecimento da cadeia alimentícia do varejo pode, por exemplo, ser rastreada até o ponto de origem ou até o ponto de problema em poucos minutos.

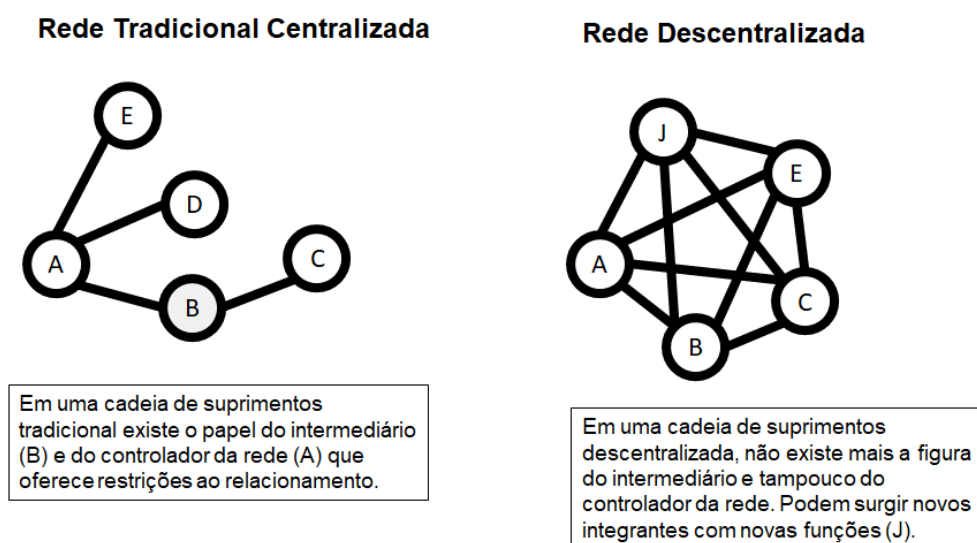


Figura 4. O formato descentralizado da cadeia de suprimentos.
Fonte: baseado em (TREIBLMEIER, 2018).

A descentralização das operações de uma cadeia de suprimentos internacional pode sugerir a eliminação dos intermediários (B) Figura 4 e também eliminar algumas funções como por exemplo escrituração contábil, fiscal, registros de mercadoria e documentações internacionais, desembaraço aduaneiro e fiscalizações diversas (TREIBLMEIER, 2018). A remodelação e descentralização da cadeia de suprimentos permitirá o surgimento de outros membros da cadeia que podem colaborar com prestação de serviços relacionados à operação e controle do Blockchain na operação (J) refletindo o surgimento de novos modelos de negócio.

A adoção do Blockchain também foi observada em cadeias de alto valor, como

por exemplo em indústrias da moda e itens de luxo, joias e diamantes, farmacêutica e de produtos de alto valor agregado em situações onde o valor percebido pelo aumento da transparência e controle da cadeia oferecido pela tecnologia é mais expressivo e oferece retorno financeiro de maior impacto. O aumento dos investidores em soluções inovadoras e aplicações para o Blockchain nos negócios tem permitido a aplicação em novos negócios.

A partir do momento que as informações fluem de maneira mais rápida e segura ao longo da cadeia de suprimento a partir do Blockchain, as incertezas inerentes à falta de visibilidade são reduzidas refletindo diretamente nos níveis de estoque das operações e consequentemente afetando positivamente o custo operacional das transações.

Os serviços oferecidos pelos operadores logísticos internacionais têm se utilizado de Blockchain privado, o que de certa forma não garante o controle descentralizado e a eliminação dos intermediários no processo de gerenciamento da informação, que é um dos benefícios do Blockchain.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi de natureza exploratória e apresenta algumas limitações dado o recente surgimento de novas aplicações da tecnologia estudada e o número limitado de publicações disponíveis sobre o tema (WANG et al., 2019), sugerindo que existe espaço para uma exploração e pesquisa mais profunda em relação aos impactos e benefícios da utilização de Blockchain na cadeia de suprimentos de maneira global.

A aplicação do Blockchain na cadeia de suprimentos oferece uma possibilidade de descentralização dos controles de documentação e transações financeiras, contratação e ofertas de serviços e favorece a livre concorrência dos participantes das cadeias internacionais com base na descentralização e controle da informação. Isso abre possibilidades para o desenvolvimento e criação de diversos modelos de negócio inovadores que buscam executar de forma mais rápida e eficiente o abastecimento e disponibilização de produtos em uma cadeia de suprimentos.

A participação dos intermediários e operadores logísticos em uma cadeia de suprimentos baseada e construída em uma estrutura de Blockchain ainda não está clara devido ao pouco tempo de existência da tecnologia e da aplicação comercial restrita em plataformas de comércio exterior oferecida por grandes operadores logísticos internacionais.

A transparência e velocidade da informação possuem um efeito direto sobre a gestão da incerteza da demanda em uma cadeia de suprimentos e pode beneficiar o planejamento da cadeia de abastecimentos de maneira positiva oferecendo



possibilidade de reações mais rápidas e aumento na velocidade de identificação de erros e desvios refletindo diretamente em métricas e indicadores de custos e estoques (GUNASEKARAN et al., 2001).

A operação logística internacional no modelo peer-to-peer oferece maior isonomia internacional no sentido de equilibrar as forças e o controle dos grandes blocos econômicos, agentes de carga e transportadores de peso permitindo assim uma economia competitiva mais justa e equilibrada para todos os participantes da cadeia de suprimentos (BULUT, 2018).

REFERÊNCIAS

ABEYRATNE, Saveen A. MONFARED, Radmehr P. **Blockchain ready manufacturing supply chain using the distributed ledger**. International Journal of Research in Engineering and Technology 5, 2016. pp.1-10.

BEDELL, Denise. **Landmark trade deal uses blockchain technology**. Global Finance. October 2016. pp.107.

BARRAT, Mark, OLIVEIRA, Alexander. **"Exploring the experiences of collaborative planning initiatives"**, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 31 Issue: 4, 2001. pp.266-289.

BROUSSEAU, Eric. PENARD, Thierry. **The economics of Digital Business Models: A Framework for Analyzing the Economics of Platforms**. Review of Networks Economics, Vol. 6 Issue 2, 2007. pp 81-114.

BULUT, Ani. **Cryptocurrencies in the new economy**. Journal of International Trade, Logistics and Law Vol. 4, Num. 2. 2018 p.45-52.

CHOPRA, Sunil. MEINDL, Peter. **Gestão da Cadeia de Suprimentos. Estratégia, planejamento e operações**. Pearson 2011.

DIRK, Seifert. **Collaborative planning, forecasting, and replenishment: how to create a supply chain advantage**. 2003 Ed. Amacom New York 384 pg. (eletrônico)

FARIAS, Alessandra Cristina da Silva; FARIAS, Rafael Braz Azevedo. **Desempenho Comparativo entre Países Exportadores de Pescado no Comércio Internacional: Brasil Eficiente?**. Revista de Economia e Sociologia Rural. ., p. 451-466. 01 set. 2018.

GAEHTGENS, Felix. ALLAN, Ant. **Digital trust – Redefining trust for the digital era**. Relatório Interno Gartner Trends Insight. Disponível em: <https://www.gartner.com/doc/3735817/digital-trust--redefining-trust> (Acesso em: 14 junho 2019).

GUNASEKARAN A., PATEL C., TIRTIROGLU, E. **Performance measures and metrics in a supply chain environment**. International Journal of Operations & Production Management. Vol. 21. No. 1/2 . pp. 71-87. 2001.

GUPTA, Manav. **Blockchain for dummies**. IBM limited edition. John Wiley & Sons. Hoboken 2017.

IANSTITI, Marco. LAKHANI, Karim. **The Truth About Blockchain**. Harvard Business Review 95. pp. 118-127. January-February 2017.

IBM. 2017. **Maersk and IBM unveil first industry-wide cross-border supply chain solution on blockchain**. Disponível em: <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/51712.wss> Acesso em: 14 junho 2019.

JAIN, V.; WADHWA, S.; DESHMUKH, S.G. **Select supplier-related issues in modeling a dynamic supply chain: potential, challenges and direction for future research**. International Journal of Production Research, v. 47, n. 11, 2009. pp. 3013-3039.



KURSH, Steven R., GOLD, Natalia A. Adding **FinTech and Blockchain to Your Curriculum**. Business Education Innovation Journal. Vol. 8. N. 2 December 2016.

LUDOVICO, Nelson. **Logística Internacional**. Editora Saraiva. 2012. 3ª Edição.

MAO, Yuzhong. YANG, Guangming. **A Study of Outsourcing and Self-Run Business Decision- Making in the Distribution Transportation of International Logistics**. Energy Procedia. Volume 16. 2013 pp. 965-970.

MIASHITA, Kunyo. **Structural Change in the International Advanced Logistics**. The Asian Journal of Shipping and Logistics. Volume 25. Number 1. June 2009. Pp. 121 – 138.

NOFER, Michael. GOMBER, Peter. HINZ, Oliver. SCHIERECK, Dirk. **Blockchain**. Business & Information Systems Engineering. June 2017. Volume 59. Issue 3, pp 183 – 187.

SHILLING Rose. **The Supply Chain Safe**. Food Engineering Magazine. Issue October 2018. pp.54-59.

SUBRAMANIAN, Hemang. **Decentralized Blockchain-Based Electronic Marketplaces**. Communications of the ACM. January 2018 Vol.61 No.1.

TÖNNISSEN Stefan, TEUTEBERG Frank. **Analysing the impact of blockchain-technology for operations and supply chain management: An explanatory model drawn from multiple case studies**. International Journal of Information Management. Article in Press. 2019.

TREIBLMEIER Horst. **The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action**. Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 23 Issue: 6, pp.545-559. 2018.

TUOMISTO, Victoria. SAEED Mohammed. **Unblocking cross-border trade**. Forum Issue I. 2018. pp. 34-35.

WANG Yingli. SINGGIH Meita, WANG Jingyao. RIT Mihaela. **Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains?** International Journal of Production Economics. Volume 211, May 2019, pp 221-236.

WRIGHT, Araon. De FILIPPI, Primavera. **Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia**. 2015. SSRN Electronic Journal. March 10, 2015.

WU Jie, WU Zefu, **“Firm capabilities and the performance in regional polarization”**, Management Decision, Vol. 51 Issue: 8, 2013. pp.1613-1627.

YLI-HUMMO, Jesse. KO, Deokyoony. CHOI, Sujin. PARK, Sooyong. SMOLANDER, Kari. **Where Is Current Research on Blockchain Technology? – A Systematic Review**. Journal PLOS One. October 3, 2016.

ZHENG, Zibin. XIE, Shaoan. DAI, Hong-Ning. CHAN, Xiangping. WANG Huaimin. **Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey**. International Journal of Web and Grid Services. January 2017.



DESENVOLVIMENTO DA MANUFATURA ADITIVA DE FERRAMENTAS DE ESTAMPAGEM E FORJAMENTO NA INDÚSTRIA 4.0

DEVELOPMENT OF ADDITIVE MANUFACTURING OF STAMPING AND
FORGING TOOLS IN INDUSTRY 4.0

Frederico Lago Silva
Gustavo Costa Carvalho
Pedro Lima Autran Dourado
Rafael Corsi Zucherato
Iris Bento da Silva

Resumo

A globalização tem sido o mais importante veículo de desenvolvimento tecnológico no mundo, de modo que a necessidade de produção exige o surgimento de novas tecnologias. A manufatura aditiva vem se difundindo e carrega um enorme potencial de suprir a urgência por novas tecnologias. Este artigo visa compreender o funcionamento da manufatura aditiva de modo a entender a evolução da viabilidade do processo na Indústria 4.0. A partir da revisão e comparação de literatura da área já existente, além de debates com especialistas, busca-se obter uma perspectiva do campo no contexto atual e futuro. Espera-se compreender os métodos atuais e atrair conhecimento para prospectar o futuro do processamento introduzido na realidade da Indústria 4.0.

Palavras chave: Estampagem. Forjamento. Indústria 4.0. Ferramentas. Manufatura aditiva. Desenvolvimento.

Abstract

Globalization has been the most important vehicle for technological development in the world, in a way that this demand for growth requires the emergence of new technologies. Additive manufacturing is spreading and carries an enormous potential to supply the urgency of new technologies. This article intends to understand how the additive manufacturing works and see the progress of the viability of the process in the Industry 4.0. Based on state of the art, comparison of the existing information on the area and specialists opinions, this paper looks forward to gain a good perspective on the field in current and future days. It is expected to understand the nowadays methods and gain knowledge to predict the future of this process in the Industry 4.0 reality.

Key-words: Stamping. Forging. Industry 4.0. Tools. Additive manufacturing. Development



1. INTRODUÇÃO

A indústria 4.0 é caracterizada por ter um impacto mais profundo e exponencial, e pode ser definida por um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico. Existem seis princípios para o desenvolvimento e implantação da Indústria 4.0: operação em tempo real, virtualização, descentralização, orientação a serviços e modularidade. Cada um desses princípios são fundamentais para empresas e países entrarem neste novo método industrial e tecnológico. Assim, a adaptação para novos negócios serão necessárias, e com tendências de exigências cada vez maiores, segundo Periad (2018), como é o caso de processos de conformação, como estampagem e forjamento.

O conceito de manufatura aditiva consiste em fabricar peças a partir da adição de material em uma superfície plana de acordo com um arquivo projetado em CAD. Esse processo também pode resultar em protótipos rápidos para testes com consumidores, além de permitir produção de peças funcionais nas especificações, propriedades desejadas e pré- definidas no projeto. O procedimento é feito em máquinas comumente chamadas de impressoras 3D e, geralmente, processam filamentos poliméricos termoplásticos que são fundidos e depositados para que se solidifiquem em camadas que constroem a peça em um modelo bottom-up (CAMPBELL, 2011).

Essa característica ligada à produção de peças metálicas por manufatura aditiva torna possível que esse meio de produção auxilie em outros meios, como no forjamento e estampagem, nos quais as matrizes possam exigir certa complexibilidade referentes à geometria, de modo que a utilização da manufatura aditiva para esse fim possa facilitar e melhorar esses processos de conformação de materiais.

A construção de ferramentas de conformação exige conhecimentos como transferência de calor (MUVUNZI, 2017). É notória a necessidade de se compreender suas principais funções, bem como o modo como são produzidas. O tipo de manufatura utilizada em suas confecções torna-se, assim, um importante fator para o seu uso, uma vez que suas propriedades devem satisfazer mecanicamente as condições a estas que serão submetidas.

As definições fundem-se de modo a buscar aplicações ao estudo do desenvolvimento da manufatura aditiva das ferramentas de estampagem e forjamento na indústria 4.0. Assim, este inserto desponta-se a revelar e desenvolver o uso da tecnologia utilizada pela indústria 4.0, cabendo de estudo à ferramentas de estampagem e forjamento.



2. MÉTODO DE PESQUISA

Para o desenvolvimento do estudo, foi necessário selecionar um método que se alinhe às ideologias do projeto, isto é, algum embasamento que justifique as definições escolhidas. O método utilizado foi a análise do estado da arte, por meio do Google acadêmico e *Web of Science*, no qual pesquisou-se os temas abordados no artigo, coletando, assim, um conjunto de estudos realizados anteriormente a fim de se obter definições do assunto sem divergências.

O tema Manufatura Aditiva de Ferramentas de Estampagem e Forjamento na Indústria 4.0 é escasso, fazendo-se necessidade de dividir os temas em fragmentos. Assim, pesquisou-se, separadamente, os temas Manufatura Aditiva, Ferramentas de Estampagem, Ferramentas de Forjamento e Indústria 4.0.

Foi coletada uma amostra de artigos para cada um dos quatro temas citados. Com o conjunto de artigos lidos, pôde-se construir conclusões e definições dos temas, os quais posteriormente foram alinhados e interligados de modo a permitir discussões sobre o desenvolvimento da manufatura aditiva de ferramentas de estampagem e forjamento na indústria 4.0.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Estampagem

Estampagem consiste em operações de corte e conformação de materiais metálicos planos, a fim de conferir a forma e a precisão desejada, sem a presença de defeitos. Podem ser estampagem de corte (ou puncionamento), na qual o material é estampado em ferramentas de corte e é necessário o rompimento por cisalhamento; por conformação, na qual o material é conformado plasticamente a fim de se obter o formato final desejado; por repuxo, na qual o material sofre um estiramento, ou seja, sua espessura diminuída desejada; por dobramento, na qual o material, geralmente uma chapa fina, é dobrada até se atingir a forma desejada (KRELLING, 2019).

O projeto das ferramentas de estampagem depende de muitos fatores, tais como o tipo do material da matéria-prima, sua espessura, tolerâncias admitidas pelo produto final, entre outros. Devido a isto, existem vários tipos de ferramentas, alguns exemplos são: Ferramentas para trabalho peça a peça, na qual só é possível realizar a operação por cada golpe da prensa; Ferramentas progressivas, na qual a chapa entra em banda, com alimentação automática a partir de bobines ou manual a partir de tiras, entre uma matriz superior e inferior e vai sendo alvo de sucessivas operações de corte, dobragem ou estampagem até à obtenção de uma peça terminada; Ferramentas transfer, são compostas por várias ferramentas que executam individualmente uma determinada operação, e que se encontram



montadas em sequência normalmente sobre uma base comum; entre outros como colunas de guiamento, estruturas, molas helicoidais, etc.

3.2. Forjamento

Forjamento é um processo de conformação de metais sob esforços de compressão de tal modo a este tomar forma da matriz desejada. O forjamento pode ser em matriz aberta; na qual o material é conformado entre matrizes planas ou de formato simples, que normalmente não se tocam. É usado geralmente para fabricar peças grandes, com forma relativamente simples; e forjamento de matriz fechada, na qual o material é conformado entre duas metades de matriz que possuem, gravadas em baixo-relevo, impressões com o formato que se deseja fornecer à peça. A deformação ocorre sob alta pressão em uma cavidade fechada ou semi-fechada, permitindo assim obter peças com tolerâncias dimensionais menores (FORJAMENTO, 2009).

Existem três tipos martelos de forjamento, de queda-livre, Este equipamento consiste de uma base que suporta colunas, nas quais são inseridas as guias do suporte da ferramenta, e um sistema para a elevação da massa cadente até a altura desejada, mecanismo de elevação é geralmente acionado por um pedal, de maneira a deixar livres as mãos do operador para a manipulação da peça; martelo de dupla ação, neste equipamento, a massa cadente é conectada a um pistão contido em um cilindro no topo do martelo. O pistão é acionado geralmente por vapor ou ar comprimido; martelo de contra-golpe, caracteriza-se por duas massas que se chocam no meio do percurso com a mesma velocidade, sendo que a massa superior é acionada por um sistema pistão-cilindro (PAIVA, 2019).

3.3. Indústria 4.0

A indústria 4.0, ou a chamada quarta revolução industrial, é a denominação dada para a evolução dos meios de fabricação onde a tecnologia de informação e o avanço de técnicas de manufatura seja utilizado para melhor aproveitamento dos setores econômicos e que afetem de maneira produtiva o cotidiano da população de maneira geral. O principal foco dessas mudanças é promover a integração dos âmbitos físicos, digitais e biológicos da maneira mais produtiva para isso. Existem também, seis princípios para o desenvolvimento e implementação da indústria 4.0, que são: operação em tempo real, virtualização, descentralização, orientação a serviços e modularidade (PERIAD, 2018).

- Operação em tempo real: Consiste na capacidade de acompanhar a produção em tempo real, tendo como base a Internet das Coisas, uso de dados e gestão instantânea;



- **Virtualização:** É feito um layout da fábrica de maneira virtual, por meio de sensores que são dispostos nos módulos e permitem monitoramento remoto dos processos. Neste modo também, pode-se realizar simulações do processo para que erros ao longo do processo sejam evitados;
- **Descentralização:** As máquinas fornecem informações sobre seus ciclos de trabalho, facilitando os processos e tomadas de decisões por sistemas cyber-físicos;
- **Modularidade:** A indústria passa a se planejar conforme a demanda. São feitos módulos de produção, o que permite maior flexibilidade, além de poder criar-se métodos de vendas individuais dos produtos, não mais apenas o produto completo.

Para isso, são utilizados alguns exemplos como referência tais como a manufatura aditiva, a *internet* das coisas, a inteligência artificial, a biologia sintética e os sistemas ciber-físicos. Cada um desses conceitos ajuda a ilustrar os tipos de mudanças que a indústria 4.0 propões com evolução dos meios de fabricação.

- **Internet das coisas (IoT):** Esse conceito é definido pela interação de objetos inanimados com os sistemas nos quais estão inseridos por meio da troca de dados pela rede, tornado sua função, além de mecânica, também inteligente dentro do contexto aplicado;
- **Inteligência Artificial (IA):** É tratada como IA sistemas computacionais que tentam simular o mecanismo de raciocínio por meio da interpretação comparativa de diversas entradas para a obtenção de uma única saída coerente com o contexto do sistema a qual o *software* está submetido;
- **Biologia Sintética:** É um conceito que se afasta um pouco do ambiente fabril pois está ligado ao desenvolvimento de tecnologias e mecanismos ligados a sistemas químicos ou biológicos como o desenvolvimento de enzimas, sistemas genéticos ou mesmo a manipulação de sistemas biológicos;
- **Sistemas Cyber-Físicos:** É o conceito que define a integração e comunicação de sistemas físicos e digitais, de tal modo que cada um destes influencie no outro complementando informações agregando valor em forma de performance e produtividade. Serve, como exemplo, pensar em simulações que imitam a atuação de determinado objeto, que por sua vez, devolve para o *software* variáveis, que não são contabilizadas na simulação, tornando as duas partes cada vez mais verossímeis e eficazes a cada interação;
- A manufatura aditiva também é um exemplo do desenvolvimento na tecnologia na indústria 4.0 e será discutida mais a fundo.



3.4. Manufatura Aditiva

A manufatura aditiva (MA) é um meio de fabricação baseado na adição de material para a formação de uma determinada geometria. Essa adição pode ser feita tanto por elementos fundidos, como no caso de polímeros, mas também pode utilizar de meios térmicos para sinterizar material em forma de pó como é feito em particulados metálicos, cerâmicos e também poliméricos.

A fabricação de peças por manufatura aditiva é feita a partir de um desenho digital em CAD que define as geometrias e dimensões e que são convertidas em coordenadas para que a máquina opere na construção a partir de um plano referenciado. Isso permite que formas complexas sejam obtidas de maneira mais simples, pois existem menos limitações em relação a moldes e matrizes. Um dos grandes diferenciais desse processo é a obtenção de peças nas quais são necessários poucos ou nenhum processos posteriores. Esse tipo de processo é denominado *Near Net Shape (NNS)* e proporciona agilidade e produtividade de processos de fabricação.

Especialmente para componentes metálicos existem dois tipos de processos de MA que são utilizados. O primeiro é conhecido por *Laser Metal Fusion (LMF)* e é baseado na sinterização metálica camada por camada do pó metálico que espalhado e compactado uniformemente em uma câmara por meio de um *laser* de alta frequência (MOWER, 2016).

Outro método disponível é o *Laser Metal Deposition (LMD)* que se define pela deposição constante do pó metálico que entra em contato com o *laser* de alta frequência onde é instantaneamente fundido e depositado na geometria da peça desejada (DUDA, 2016).

O processo de *Laser Metal Deposition* é ilustrado pela figura 1 e pela figura 2.

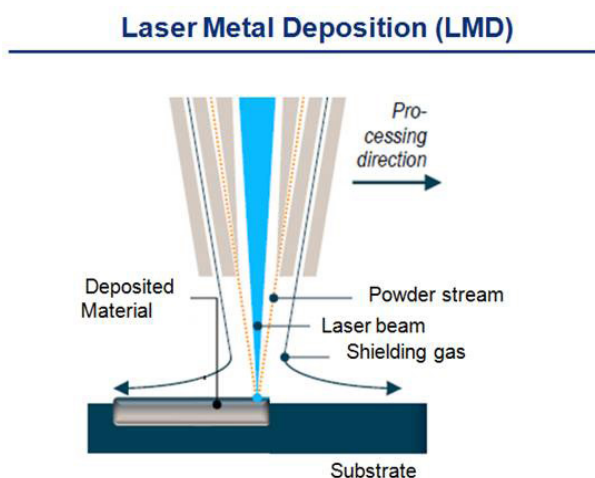


FIGURA 1 – Laser Metal Deposition.

Fonte: <https://www.laserstoday.com/2016/05/laser-metal-deposition-laser-metal-fusion-comparison-of-processes-their-uses/>

Ambos os métodos são capazes de produzir peças complexas, e apresentam uma peculiaridade quanto a propriedade mecânica, visto que a fabricação por esse método não proporciona linhas de fluxo na configuração granular do material, diferente de peças conformadas, mas ainda assim proporciona ao material uma anisotropia no sentido favorável a solicitação devido à configuração lamelar da peça (MURR, 2012).

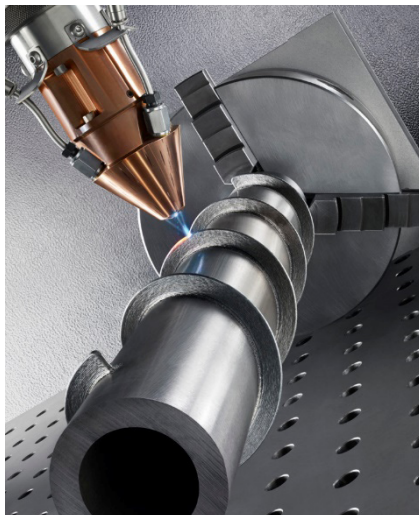


FIGURA 2 – Laser Metal Deposition.

Fonte: <https://www.lasertoday.com/2016/05/laser-metal-deposition-laser-metal-fusion-comparison-of-processes-their-uses/>

4. DISCUSSÃO

A partir das pesquisas feitas, pode-se obter as propriedades necessárias para a manufatura de ferramentas tanto de estampagem, quanto de forjamento. Nestas, é ideal a obtenção de alta dureza, elevada tenacidade, resistência à fadiga, alto limite de escoamento, alta resistência mecânica a quente e boas tolerâncias contra oscilações térmicas (GARRIDO, 2019).

Definida estas propriedades, nota-se que há uma necessidade de definir os materiais das ferramentas de conformação, ao passo que se estabelece os materiais que podem ser obtidos pelo processo de manufatura aditiva, uma vez que as propriedades dos materiais obtidos por esse processo ainda são delimitadas.

Pesquisou-se quais materiais seriam ideias para a manufatura e uso das ferramentas de estampagem e/ou forjamento, tais como aços com boa presença de Cromo, Molibdênio, Tungstênio e Vanádio. Assim, faz-se necessário avaliar os materiais que são compatíveis com a tecnologia de impressão 3D e, ao mesmo tempo, que satisfaçam às condições mecânicas ditas em que uma ferramenta de conformação necessita.

Dentre os materiais que são compatíveis com a viabilidade da impressão 3D, alguns são mais adequados para esse tipo de produção, como Aços, Alumínio,

Bronze, Prata, Ouro e Platina. Todavia, dentre esses, apenas aços são condizentes com os requisitos exigidos em ferramenta de conformação.

Dessa forma, as pesquisas indicaram que os aços AISI O1, AISI W2, AISI D3, Maraging, AISI M2, AISI H12 e AISI H11 poderiam ser utilizados na manufatura aditiva para a fabricação de ferramentas de estampagem e forjamento. Entretanto, o enfoque do projeto do desenvolvimento da manufatura aditiva dessas ferramentas foi em matrizes. Logo, compreendeu-se que haveria necessidade de focar em propriedades como alta dureza e alto limite de escoamento, características essas que podem ser obtidas pelo aço Maraging.

Com a ferramenta e o material escolhido, o próximo passo foi determinar o tipo de manufatura aditiva que deveria ser utilizada no processo. Anuiu-se, então, o *LMD (Laser Metal Deposition)* por apresentar capacidade de produzir peças maiores e resistentes. Por ser um processo de MA metálica, a peça impressa apresentará uma anisotropia quanto ao comportamento mecânico. Essa propriedade provê uma dualidade, visto que a resistência na solicitação na direção de forjamento e estampagem são atendidas, mas pode existir uma desvantagem quanto a esforços cisalhantes. Esse é o tipo de afirmação que não pode ser feito sem a execução de testes práticos para avaliar de fato a influências desses tipos de choques em matrizes impressas de conformação.

Não obstante das escolhas, é inerente a importância de se manter alinhado a manufatura aditiva desses componentes com a indústria 4.0 (I.4.0).

Alguns dos princípios da indústria 4.0 estão dissolvidos às características da manufatura aditiva. A modularidade permite, de certa forma, maior flexibilidade industrial, o que se adapta ao conceito de manufatura aditiva, sendo capaz de ser um processo que pode ser único, isto é, podendo não necessitar de processos posteriores de fabricação, tendo em vista a capacidade de produzir peças *near net shape*, que poderia extinguir, por exemplo, usinagem, o que permite menos gasto com operadores, máquinas e energia.

Ademais, a MA também permite operação em tempo real. Os *softwares* utilizados para a impressão 3D permitem controle do processo e fornecem informações de produção das peças que outros métodos de fabricação não fornecem com tanta precisão, sejam eles relacionados à temperatura, tempo e velocidade de produção.

5. CONCLUSÃO

Ao expor os princípios das áreas estudadas, indústria 4.0 e manufatura aditiva, acredita-se que é possível desenvolver a impressão 3D de metais para a manufatura de matrizes de conformação.



Contudo, para que esse processo seja possível, é preciso que as tecnologias envolvidas evoluam ao ponto de que as necessidades de projeto sejam atendidas, ou seja, possibilitar estudos práticos que supram a necessidade de avaliar a viabilidade deste procedimento.

REFERÊNCIAS

PERIAD, C. V. *Indústria 4.0 ou a 4ª Revolução Industrial*. 2018. Disponível em: <<http://www.sobreadministracao.com/industria-4-0-4-revolucao-industrial/>>. Acesso em: 23 março de 2019.

CAMPBELL, T.; WILLIAMS, C.; IVANOVA, O.; GARRETT, B. *Could 3D Printing Change the World? Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing*. Outubro, 2011.

KRELLING, A. *Estampagem*. Instituto federal de Santa Catarina, 2019.

PAIVA, M. C. *Forjamento*. Disponível em: <<https://burocracismo.wordpress.com/2009/08/28/forjamento/>>. Acesso em: 05 de maio de 2019.

GARRIDO, L. *Matrizes para forjamento*. 2014 Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/1234104/>>. Acesso em: 06 de junho de 2019.

DUDA, T. RAGHAVAN, L. V. *3D Metal Printing Techlogy*. IFAC (International Federation of Automatic Control) Hosting by Elsevier, 2016.

LAWRENCE E. MURR, EDWIN MARTINEZ, KRISTA N. AMATO, SARA M. GAYTAN,

JENNIFER HERNANDEZ, DIANA A. RAMIREZ, PATRICK W. SHINDO,

FRANK MEDINA, RYAN B. WICKER. *Fabrication of Metal and Alloy Components by Additive Manufacturing: Examples of 3D Materials Science*. 2012. 1Department of Metallurgical and Materials Engineering, The University of Texas at El Paso, El Paso, TX 79968 USA .2. W. M. Keck Center for 3D Innovation, The University of Texas at El Paso, El Paso, TX 79968 USA.

MOWER, T. M., LONG, M. J. *Mechanical Behavior of Additive Manufacture, Powder-Bed Laser-Fuser Materials*. Volume 651 Material Science and engineering, M.I.T. Lincoln Laboratory, 244 Wood Street, Lexington, MA 02420, USA 2016.

MUVUNZI R., DM DIMITROVA, S MATOPEA, TM HARMSB, *Heat transfer in a hot stamping process: a review*. R & D Journal of the South African Institution of Mechanical Engineering R & D Journal of the South African Institution of Mechanical Engineering, 2017.



SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO: UMA REVISÃO DA LITERATURA

INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM: A LITERATURE REVIEW

Henrique Copes Braga

Mariana de Lourdes Rodrigues da Costa

Paula Cristina Senra de Oliveira

Resumo

Em um Ambiente Organizacional cada vez mais complexo, a integração efetiva de sistemas de gestão tornou-se uma ferramenta essencial para as organizações, que a partir da eliminação de passos duplicados na implementação e manutenção desses sistemas, conseguem a eficiência organizacional. O objetivo deste estudo é fazer uma análise quantitativa, por meio de uma pesquisa descritiva nos anais do SIMPEP e ENEGEP, de forma a mensurar a quantidade de estudos direcionados a este tema, tendo em vista sua importância para o gerenciamento de uma empresa. Além disso, será realizado um resgate na literatura através de um referencial teórico, de forma a esclarecer os conceitos de SGI, trazer os benefícios e desafios sua implementação e especificar seus métodos de integração.

Palavras chave: Sistema de Gestão Integrado; ISO 9001; ISO 14001; OH-SAS 18001.

Abstract

In an even more complex organizational environment, the effective integration of management systems has been an essential tool for organizations, which from the elimination of duplicated steps in the implementation and maintenance of these systems, obtain organizational efficiency. The objective of this study is to make a quantitative analysis, by means of a descriptive research in the analysis of simpep and enegep, in order to measure the quantity of studies directed to this theme, in view for its importance for the management of a company. Furthermore, a rescue in the literature was achieved through a theoretical reference, in order to clarify the concepts of ims bring the beneficials and challenges its implementation and specifying its methods of integration.

Key-words: Integrated Management System; ISO 9001; ISO 14001; OHSAS 18001.



1. INTRODUÇÃO

Para entender o conceito de sistema de gestão é necessário compreender o conceito de sistema. Folledo (2000) define sistema como sendo a disposição de elementos interdependentes de forma sistemática com a finalidade de cumprir, de forma eficiente, um objetivo previamente definido. Um sistema, mantém o seu funcionamento através de ajustes vindos do retorno contínuo de informação, resultante da interação entre seus componentes, subsistemas e o ambiente externo.

Empregando seu conceito ao setor industrial, o propósito de um sistema (ou Sistema de Gestão) é garantir a qualidade e eficiência dos processos comerciais, financeiros, tecnológicos, de fabricação e gestão (SOUZA, 1997) por meio da disposição sistemática dos equipamentos, insumos, métodos ou procedimentos, possibilitando que todos seus elementos se integrem de forma dinâmica, assegurando assim, que os produtos e serviços oferecidos atendam às necessidades e expectativas de todos os interessados (WERKEMA, 1995).

Quando implementado de forma adequada, um sistema de gestão possibilita inúmeros benefícios a uma organização, tais como o aprimoramento dos processos, aumento de valor pela perspectiva dos clientes, maior competitividade de mercado, bem-estar dos funcionários em seu ambiente de trabalho e da própria sociedade com a contribuição social e o respeito ao meio ambiente (VITERBO, 1998).

Devido ao fato de os Sistemas de Gestão serem influenciados pelos ambientes que o circundam, tais como os fatores particulares à empresa (ambiente interno) como o macroambiente (ambiente externo) (CERTO e PETER, 1993), se torna alto o nível de complexidade de gestão, em vista das grandes possibilidades da interação entre tais meios.

Em vista dessas variedades, o Sistema de Gestão de uma empresa é dividido em diversas vertentes de análise, tal como Qualidade, Meio Ambiente, Saúde e Segurança Ocupacional entre outros (KAUPPILA, 2015). Para auxiliar na implementação, no funcionamento e na manutenção desses sistemas, há a necessidade da organização os integrar simultaneamente em um único Sistema de Gestão Integrado (SGI).

O objetivo deste artigo é: I) mensurar a quantidade de estudos, relacionados ao SGI e dos Sistemas de Gestão em geral, para assim, visualizar a frequência de como tais temas são individualmente abordados. II) oferecer uma visão geral do SGI a partir da perspectiva dos três Sistemas de Gestão de maior relevância dentro das organizações, sendo eles o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional (SGSSO). Além disso, será abordado o benefício da integração desses sistemas e como os mesmos podem ser integrados.

Para cumprir tal finalidade, serão desenvolvidas 2 seções: a primeira irá apresentar os resultados obtidos por meio da pesquisa desenvolvida, a segunda irá conter o referencial teórico acerca do tema. Ainda, espera-se que este estudo possa trazer contribuições teóricas por meio da literatura aqui apresentada, formando base para mais análises e estudos futuros de curto e longo prazo.

2. METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho, em função de seus objetivos, foram a pesquisa descritiva, utilizada na primeira seção do estudo juntamente com um Referencial Teórico, abordado na segunda seção.

Segundo Gil (1986), a pesquisa descritiva tem por principal finalidade observar, registrar e descrever, a partir do levantamento de dados, um fenômeno específico. Para seu desenvolvimento, será feita uma coleta de dados contidos nos congressos mais conhecidos do Brasil de Engenharia de Produção, o SIMPEP e o ENEGEP, que será evidenciado através dos Gráficos 1 e 2.

Com o intuito de agrupar a pesquisa, foram usadas algumas restrições. I) definir um período de 10 anos, correspondendo aos anos de 2008 a 2018; II) utilização das palavras-chaves: Sistema de Gestão Integrado e Sistema de Gestão; III) especificar a área 2. Gestão da Qualidade e a sub-área 2.2 Normalizações e Certificações para a Qualidade.

O objetivo foi fazer o levantamento de artigos relacionados aos Sistemas de Gestão (SQG, SGA, SGSSO) abordados de forma individual, e de forma integrada. Após a pesquisa e seleção dos artigos através de seus títulos, foi realizada uma leitura horizontal dos respectivos resumos e introduções com o objetivo de identificar em que contexto eram abordados o temas para confirmar sua contabilização na pesquisa.

O referencial teórico que será apresentado, irá construir uma base conceitual organizada, que permitirá o entendimento acerca do tema (RODRIGUES, 2007). O referencial teórico será feito a partir de um levantamento bibliográfico em livros, artigos, teses, páginas da internet, normas regulamentadoras entre outros.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos a partir das análises feitas. Os Gráficos 1 e 2 evidenciam os resultados da pesquisa.

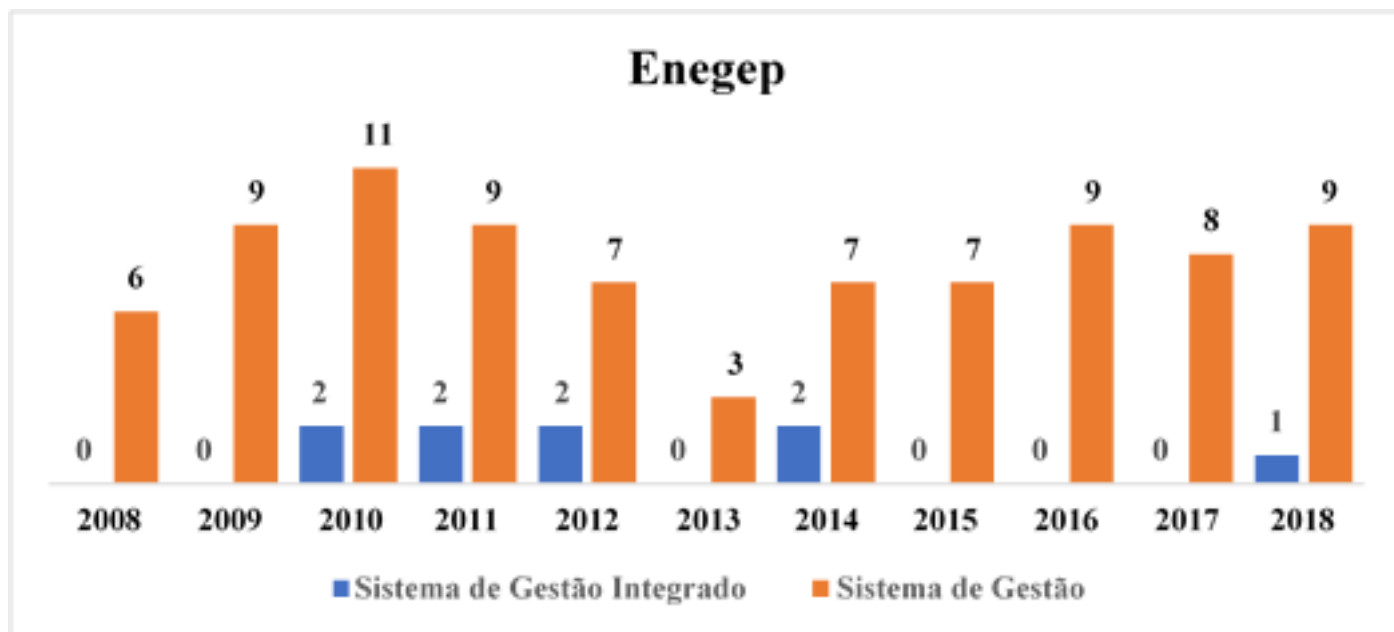


Gráfico 1 – Publicação sobre Sistema de Gestão Integrado e Sistemas de Gestão no ENEGEP entre 2008 e 2018

Fonte: Elaborado pelos autores

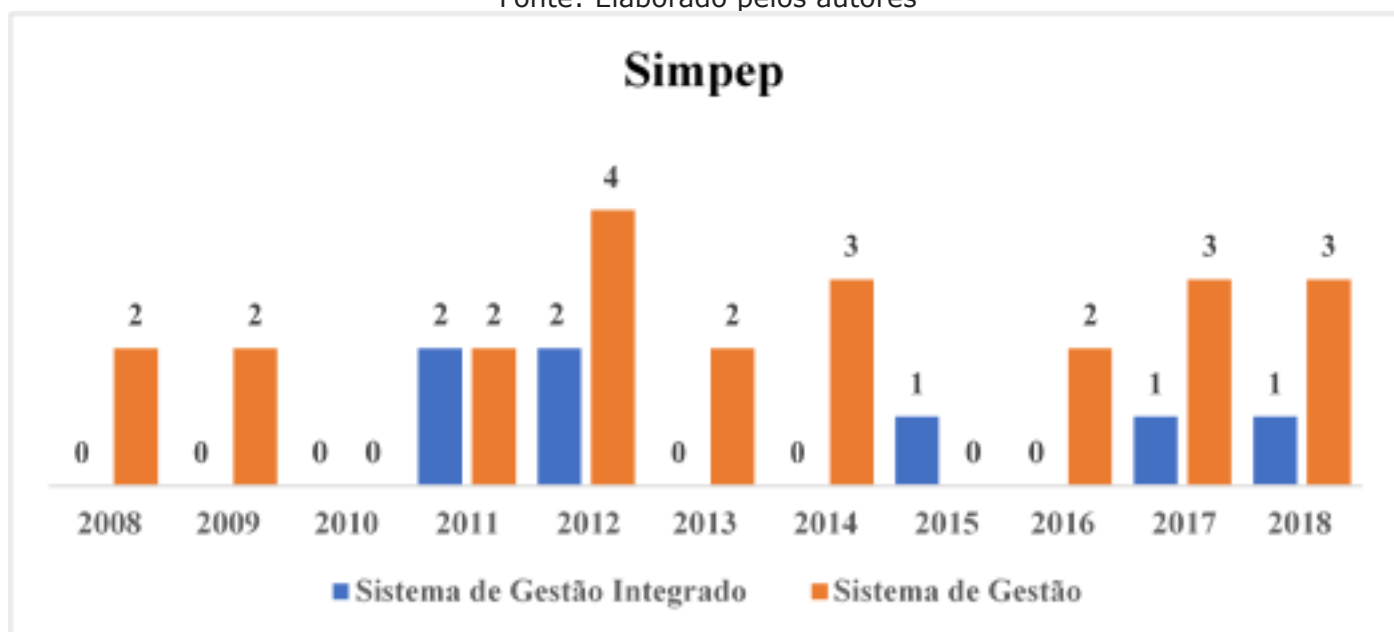


Gráfico 2 - Publicação sobre Sistema de Gestão Integrado e Sistemas de Gestão no SIMPEP entre 2008 e 2018

Fonte: Elaborado pelos autores

Após a observação dos dados coletados é possível perceber que o tema de Sistema de Gestão Integrado não é muito abordado nos dois maiores congressos de Engenharia de Produção, mesmo com sua grande relevância e importância para as empresas. Os Gráficos 1 e 2 mostram a distribuição das publicações, com picos de abordagem em relação SGI nos anos de 2011 e 2012, com 4 publicações em cada.

Porém, fica evidente que os Sistemas de Gestão são, em grande parte, abordados individualmente e não de forma integrada. Dos 124 artigos analisados, 108 (87,1%) falam sobre eles de forma específica e apenas 16 (12,9%) de forma integrada.

Com intuito de fornecer mais informações acerca o Sistema de Gestão Integrado e de sua relevância, visto que foi evidenciado que o tema é pouco difundido, será apresentado uma revisão da literatura acerca do assunto.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Sistema de Gestão Integrado (SGI)

Para Moraes et al. (2013) o Sistema de Gestão Integrado pode ser definido como um recurso gerencial que auxilia na evolução do desempenho das empresas com relação aos temas de Qualidade, Meio Ambiente e Segurança e Saúde no Trabalho, sendo essencial tanto para as organizações quanto para os trabalhadores e para sociedade como um todo. A junção desses temas compõe o Sistema de Gestão Integrado.

Segundo Khanna, Laroyia e Sharma (2009) os fatores críticos que influenciam na obtenção de sucesso na implementação do SGI são, atenção com todos stakeholders, compromisso por parte dos responsáveis pela gestão da empresa, controle dos processos, treinamento, fornecimento de recursos e melhoria contínua. Além disto, é importante que os produtos e os processos sejam desenvolvidos com base na sua verdadeira necessidade, o que irá gerar impacto na satisfação dos clientes (MAEKAWA; CARVALHO; OLIVEIRA, 2013).

Todo processo de melhoria contínua para que consiga atingir o objetivo depende da forma que os gestores lidam com a empresa e os funcionários. De acordo com Maekawa, Carvalho e Oliveira (2013) o incentivo oferecido pelos gestores é capaz de produzir diversos resultados conforme o nível de comprometimento deles.

Bonato e Caten (2015) afirma que é considerável levar em conta primeiro uma fase em que é analisado os graus de integração das normas presentes na empresa. Desse modo, para obter o sucesso da integração final dos sistemas de Gestão da Qualidade, Meio Ambiente, Saúde e Segurança é importante obter o diagnóstico, planejamento e execução da integração desses sistemas.

4.1.1 Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ)

Chen (1997) aponta que o reconhecimento da qualidade como uma arma tática legítima em um mercado concorrente, obrigou as empresas a adotarem vários programas para atender a satisfação do cliente, através da busca por melhoria de



seus serviços e produtos. Nesta mesma linha, Oliveira e Furtado (2011) definiu que a qualidade é realizada frequentemente com o propósito de conseguir uma melhor lucratividade e competitividade.

Com o fato de que o mercado está se tornando cada vez mais competitivo, as empresas preocupam-se progressivamente com a maneira como estão produzindo e buscam sempre fazer da melhor forma. Para isto, A ISO 9001 (2015) engloba os requisitos necessários para que seja adotado o Sistema de Gestão da Qualidade nas organizações. Além de apresentar os possíveis benefícios gerados pela implementação desse sistema.

Para Cardoso e Luz (2004) o propósito geral da implementação do SGQ é simplificar a troca internacional de matérias primas e bens, por meio da padronização de normas nas organizações de diversos países. Ainda, segundo os autores o SGQ tem como objetivo a procura pelo controle e pela melhoria contínua de suas atividades pensando, sempre, na satisfação dos clientes. Por meio da organização do sistema da qualidade a empresa torna viável o alcance dos objetivos da qualidade e o respeito à suas políticas (MEDEIROS, 2000).

Os gestores das empresas são responsáveis por amplificar, determinar e inserir o funcionamento do sistema de qualidade, além de preservar e aperfeiçoar esse sistema (MEDEIROS, 2000). A revisão do SGQ necessita de técnicas adequadas para fiscalizar, mensurar e examinar procedimentos, assim como da efetivação de ações com o objetivo de alcançar os resultados programados e a melhoria contínua (COSTA, 2003).

4.1.2. Sistema de Gestão Ambiental (SGA)

A preocupação com o meio ambiente nos últimos anos está cada vez mais presente nas empresas, isto se deve ao fato de que os bens e as matérias primas são recursos finitos, além de que os danos ambientais são permanentes. A ISO 14001 (2015) busca conseguir o equilíbrio entre o meio ambiente, a economia e a sociedade, visto que isto é fundamental para que as necessidades atuais sejam supridas sem que prejudique as necessidades das futuras gerações.

Para Bansal e Bogner (2002) um sistema de gestão ambiental desempenha duas funções. A primeira é que possibilitar que a organização encontre maneiras para diminuir os impactos ambientais, gerando consequências como, a redução de custos e o aumento da produtividade. A segunda é gerar a oportunidade de que as ações ambientais da empresa sejam coordenadas com o objetivo de alcançar maior eficiência e efetividade da corporação.

De acordo com Luiz et al. (2013) a Gestão Ambiental é uma das maneiras aceitáveis usada para impulsionar os índices de desenvolvimento ambiental. Atual-



mente, é estabelecida em muitas empresas como estratégia para incitar a competitividade e suprir as necessidades dos stakeholders.

4.1.3. Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional (SGSSO)

A segurança do trabalho é compreendida como um conjunto de práticas que são empregadas com o objetivo de eliminar ou reduzir os riscos de acidentes e doenças ocupacionais, protegendo na sua totalidade a capacidade de trabalho do trabalhador (SILVA; COSTA, 2012). Em acréscimo, saúde ocupacional, consiste no conjunto de ações adotadas com a finalidade de prevenir doenças ocupacionais de maneira a proporcionar ao funcionário condições laborais que promovam o seu bem-estar físico, mental e social no ambiente de trabalho (LIMA et al., 2017).

Isto posto, pode-se dizer que o objetivo do Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional (SGSSO) é controlar e prevenir os riscos associados à Saúde e Segurança Ocupacional (SSO) e aperfeiçoar, de forma contínua, tais condições no ambiente de exercício do trabalhador (VITORELI et al., 2013). Portanto, é de suma importância que este sistema seja implementado dentro das organizações visto que por menor que seja o grau de risco de uma empresa, ou quaisquer ambientes de trabalho, os fatores de risco nunca serão inexistentes, apenas irão se diferenciar conforme o setor de atuação da organização.

De acordo com Robson et al. (2007), existem SGSSO que são obrigatórios ou voluntários. Os SGSSO obrigatórios são impostos por meio das leis do governo e para que sua utilização ocorra são realizadas inspeções, e aplicadas multas, etc. Os SGSSOs voluntários não estão diretamente ligados a legislações e sua utilização não é exigida pelos governos. Todavia, por vezes são concedidos incentivos por parte de governos para que as organizações empreguem os SGSSO.

A norma em que os SGSSO na maioria sempre se baseiam é a OHSAS 18001, seu objetivo é conceder às organizações os fundamentos de um SGSSO eficaz, de maneira a conduzi-las ao alcance de seus objetivos de segurança e saúde ocupacional (OHSAS 18001, 2007). A sua implementação e certificação são ações significativas para diversas empresas, possivelmente, a principal característica que torna vantajoso a utilização da OHSAS 18001, seja sua compatibilidade com os outros sistemas de gestão certificáveis ISO 9001 e ISO 14001 (ZUTSHI; SHOHAL, 2005; ABAD; LAFUENTE; VILAJOSANA, 2013).

4.2. Benefícios e desafios do Sistema de Gestão Integrado

Nos últimos anos a integração de sistemas de gestão passou a ser uma estratégia de grande relevância adotada pelas organizações, isto deve-se à possibilidade



de a organização operar com múltiplos sistemas de gestão que cobrem diferentes funções técnicas (ABAD; DALMAU; VILAJOSANA, 2014). Outro fator que incentivou as empresas a implementarem estes sistemas foi o anseio para alcançar vantagens competitivas e desenvolvimento sustentável (ZENG et al., 2011).

Segundo Beckmerhagem et al. (2003) dentre as vantagens de implementação dos Sistemas de Gerenciamento Integrado estão a simplificação das normas e condições para sistema de gestão, a redução de custos de auditoria e registro, redução de custos nos setores de interpretação e implementação de normas, diminuição da papelada, diminuição da complexidade da gestão interna entre outras.

No entanto, existem algumas dificuldades para integrar sistemas de gestão. Conforme Trierweiller et al. (2014), um obstáculo ao integrar sistemas de gestão diferentes é conseguir o envolvimento de todos os colaboradores, mantendo o foco no cliente, de modo a corresponder as necessidades de todos os stakeholders.

Além disso, existem outras dificuldades internas no processo de integração dos sistemas de gestão. Ferguson et al. (2002) acredita que o fato de os sistemas de gestão possuírem uma dependência curso para trabalhar separadamente é um dos maiores desafios para a integração dos sistemas de gestão. Em acréscimo, a falta de monitoramento gerencial sobre os métodos de trabalho também foi determinada como um fator interno relevante de limitação no processo de integração de diferentes sistemas (Zutshi & Sohal, 2005).

Com relação às dificuldades externas, Abad, Cabrera e Medina (2016) destacam que muitos autores que desenvolveram estudos relacionados dificuldades de integrar sistemas de gestão acreditam que os fatores externos que impactam na implementação do SGI são relativos às diretrizes de organismos de certificação, apoio inadequado de consultores e questões ambientais institucionais. Ainda, segundo estes autores as notórias diferenças entre os padrões estão entres as dificuldades externas relatadas na literatura com maior frequência.

4.3. Métodos de integração

A integração dos sistemas de gestão é a à combinação de elementos comuns ou inter-relacionadas, para aprimorar a eficiência de um processo gerencial (apud MEDEIROS, 2003). A integração desses sistemas de gerenciamento possibilita uma visão generalista do negócio, permitindo um bom relacionamento com as partes interessadas, usando suas percepções como entrada do processo de gestão, proporcionando uma tomada decisão mais rápida e eficiente (CORREIA, 2004).

De acordo com Soler (2002), existem inúmeros modelos de implantação do SGI. Sua aplicação depende de fatores exclusivos que variam de acordo com a organização onde o mesmo será implementado. Atualmente, não existe nenhuma



constituição credenciadora que emita certificação específica ao SGI, portanto, sua implementação está completamente fundamentada no atendimento dos requisitos específicos das normas ISO 14001 e pelo guia (ou diretriz) OHSAS 18001 (CHAIB, 2005). Isto posto, atentar-se a estrutura e a integração entre essas normas, é de suma importância para a aplicação do SGI.

As especificações e requisitos contidos na OHSAS 18001 e na ISO 14001 foram estabelecidas a partir da estrutura da norma ISO 9001, para que assim, fosse mais simples a integração entre as mesmas (CHAIB, 2005). Apesar de cada uma possuir seus próprios requisitos específicos, explorar a similaridades dessas normas no momento da implementação, reduz a repetição de passos semelhantes, elevando assim a eficiência do SGI. A Tabela 1, evidencia tais semelhanças de estrutura entre as normas, indicando a numeração do tópico em que cada requisito em comum, entre as mesmas, é abordado.

Requisitos	ISO 9001 – Gestão da Qualidade	ISO 14001 – Gestão Am- biental	OHSAS 18001 – Segurança e Saúde do Tra- balho
Requisitos gerais da norma	4.1	4.1	4.1
Documentação	4.2, 4.2.3	4.4.4, 4.4.5	4.4.4 ,4.4.5
Política do Sistema de Gestão	5.1	4.2	4.2 4.2
Identificação e avaliação dos im- pactos e risco	5.2, 5.4.2, 7.2.1, 7.2.2	4.3.1	4.3.1
Identificação de requisitos	5.3(b), 7.2	4.3.2	4.3.2
Planejamento	5.4	4.3	4,3
Generalidades	5.6.1	4.6	4.6
Medição, análise e melhoras	8	4.5.1	4.5.1
Controle de conformidade	8.3	4.5.3	4.5.2
Ação corretiva, preventiva e de melhoria	8.5.2, 8.5.3	4.5.3	4.5.2

Tabela 1 – Requisitos em comum entre as normas

Fonte: Elaborado pelos autores com dados contidos nas normas ISO 9001 (2008), ISO 14001(2004) e OHSAS 18001 (2007)

Um método utilizado para integrar essas normas, é a aplicação de ferramentas que oferecem orientações sobre a terminologia, estrutura e elementos comuns dos padrões do sistema de gestão, para certificar a integração e adaptação de sistemas de gestão (CHIAB,2005).

De acordo com Kafel e Sikora (2010), esses são modelos de integração entre Sistemas de Gestão:

a) PAS 99 (Reino Unido): Especificação do sistema gerenciamento avalian-



do os requisitos em comum para efetuar integração.

b) Global SAI. AS/NZS 4581:1999 (Austrália, Nova Zelândia): Integração do sistema de gestão - orientação para negócios, governo, comunidade e organizações.

c) HB 10190:2001 (Reino Unido): IMS: Estrutura (Gerenciamento Integrado de Sistemas).

d) DS 8001:2005 (Alemanha): Sistemas de gestão - diretrizes para o desenvolvimento de uma Gestão Integrada.

e) UNE 66177:2005 (Espanha): Integração dos Sistemas de Gestão.

Ainda, segundo os autores, o PAS 99 se destaca entre os demais métodos. Isto se deve ao fato dele conter os requisitos básicos, que podem ser utilizados como esquema padronizado para a aplicação do SGI. Isso ocorre justamente pela organização dos elementos semelhante de cada norma e a consequente minimização das duplicações de passos. Aplicando tal medida, é possível a integração dos sistemas, na intensidade desejada pela organização.

A identificação dessas duplicidades pode ser analisada através de ferramentas de melhoria contínua como o CICLO PDCA, por exemplo. Os tópicos focados na PAS 99 são Requisitos gerais, Política do Sistema de Gestão, Planejamento, Implementação e Operação, Avaliação de desempenho, Melhoria e Análise crítica pela direção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme evidenciado, os Sistemas de Gestão da Qualidade, Ambiental e de Segurança e Saúde Ocupacional são de grande importância dentro das organizações e, quando implementados de forma integrada, geram diversos benefícios no processo de gerenciamento empresarial. Pode-se destacar dentre estes benefícios a simplificação das normas e condições para sistema de gestão, redução de custos nos setores de interpretação e implementação de normas, diminuição da papelada, diminuição da complexidade da gestão interna, aumento da competitividade da organização e desenvolvimento sustentável (ZENG et al., 2011; BECKMERHAGEM et al, 2003).

Assim, considerando a importância e os benefícios de um sistema de Gestão integrado, este trabalho objetivou mensurar a quantidade de estudos, considerando os períodos mais atuais, direcionados para este assunto. No entanto, foi possível perceber que o tema não é muito abordado nos dois principais congressos de Engenharia de Produção, mesmo com sua grande relevância e importância para as



empresas. O que demonstra a necessidade de se elevar a quantidade de pesquisas sobre este conteúdo. Portanto, propõe-se que sejam realizados novos estudos acerca do tema e que os mesmos sejam abordados de forma prática evidenciando a importância da implementação do SGI.

Ainda, espera-se que este estudo possa trazer contribuições teóricas por meio da literatura aqui consultada. Em sua aplicação em campo, que o mesmo possa também contribuir de forma prática no que tange a aplicação do SGI, visto que são aqui apresentados os conceitos, benefícios, desafios, e métodos de integração do SGI.

Para as referências, deve-se utilizar texto com fonte *Times New Roman*, tamanho 12, espaçamento simples, prevendo 6 pontos depois de cada referência, exatamente conforme aparece nas referências aleatórias incluídas a seguir. As referências devem aparecer em ordem alfabética e não devem ser numeradas. Todas as referências citadas no texto, e apenas estas, devem ser incluídas ao final, na seção Referências. O estilo a ser usado na seção Referências deve ser o "Bibliografia".

REFERÊNCIAS

ABAD, Jesus; CABRERA, Henry Ricardo; MEDINA, Alberto. An analysis of the perceived difficulties arising during the process of integrating management systems. *Journal Of Industrial Engineering And Management*, v. 9, n. 3, p.860-878, 22 set. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3926/jiem.1989>>. Acesso em: 08 jun. 2019.

ABAD, Jesús; DALMAU, Inés; VILAJOSANA, Jordi. Taxonomic proposal for integration levels of management systems based on empirical evidence and derived corporate benefits. *Journal Of Cleaner Production*, v. 78, p.164-173, set. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.084>>. Acesso em: 02 jun. 2019

ABAD, Jesús; LAFUENTE, Esteban; VILAJOSANA, Jordi. An assessment of the OHSAS 18001 certification process: Objective drivers and consequences on safety performance and labour productivity. *Safety Science*, v. 60, p.47-56, dez. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2013.06.011>>. Acesso em: 02 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR ISO 14001:2015: Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 41 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR ISO 9001:2015: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 32 p.

BANSAL, Pratima; BOGNER, William C. Deciding on ISO 14001: Economics, Institutions, and Context. *Long Range Planning*, v. 35, n. 3, p.269-290, jun. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0024-6301\(02\)00046-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0024-6301(02)00046-8). Acesso em: 04 jun. 2019.

BECKMERHAGEN, I.a. et al. Integration of management systems: focus on safety in the nuclear industry. *International Journal Of Quality & Reliability Management*, v. 20, n. 2, p.210-228, mar. 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/02656710310456626>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

BONATO, Samuel Vinícius; CATEN, Carla Schwengber Ten. Diagnóstico da integração dos sistemas de gestão ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001. *Production*, [s.l.], v. 25, n. 3, p.626-640, 18 ago. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.004811>. Acesso em: 02 jun. 2019.

CARDOSO, Julio Cesar; LUZ, André Ricardo. Os arquivos e os sistemas de gestão da qualidade. *Arquivo &*



Administração, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1/2, p.51-64, jun. 2004.

CERTO, S. C., PETER, J. P. Administração Estratégica. São Paulo: Makron Books, 1993

CHAIB, Erick. B. D. (2005). Proposta para implementação de sistema de gestão integrada de meio ambiente, saúde e segurança do trabalho em empresas de pequeno e médio porte: um estudo de caso da indústria metal- mecânica (Tese de doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CHEN, Wen-hsien. The human side of total quality management in Taiwan: leadership and human resource management. International Journal Of Quality & Reliability Management, [s.l.], v. 14, n. 1, p.24-45, fev. 1997. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/02656719710156761>. Acesso em: 03 jun. 2019.

COSTA, Carlos Alberto da. COMPETITIVIDADE SISTÊMICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: A contribuição efetiva dos sistemas de gestão da qualidade (NBR ISO 9001:2000). 2003. 171 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CORRÊA, A. A. Avaliação de um sistema integrado de gestão: um estudo na indústria automotiva (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/4579> >, 2004. Acesso em: 01 jun. 2019.

FERGUSON, M.C., GARCÍA, M., e BORNAY, M.M. Modelos de implantación de los sistemas integrados de gestión de la calidad, el medio ambiente y la seguridad. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa, v.8, n.1, p. 97-118, 2002. Disponível em: < <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=251464> >. Acesso em: 05 jun. 2019.

FOLLEDO, Manuel. Raciocínio Sistêmico: uma boa forma de se pensar o meio ambiente. Ambient. soc. [online], pp.110-111. 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2000000100006>> Acesso em: 28 mai 2019.

GIL, A. C. Técnicas de pesquisa em economia. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1986.

KAFEL Piotr., SIKORA, Tadeusz. Integrated Management Systems Certification – Survey Results. Journal of Economics and Organization of Future Enterprise, Standards (IMS). International Journal For Quality Research. Chandigarh , p.1-11 ,2009. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/258844500>> KAUPPILA, Osmo et al. Integrated HSEQ Management Systems: Developments and trends. International Journal for Quality Research, 2015. Disponível em: <<https://doaj.org/article/f518d79a54e844fd91605d51bc7d1bf8?gathStatIcon=true>>

KHANNA, H.; LAROYIA, S. C.; SHARMA, D. D. A survey on Indian Experience on Integrated Management LIMA, Kedma de Magalhães et al. Gestão na saúde ocupacional: importância da investigação de acidentes e incidentes de trabalho em serviços de saúde. Revista Brasileira de Medicina do Trabalho, v. 15, n. 3, p.276-283, 2017. Disponível em: <<http://www.rbmt.org.br/details/259/pt-BR>>.

LUIZ, Lilian Campagnin et al. Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) e Práticas de Sustentabilidade: estudo aplicado em um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Administração Pública e Gestão Social, v. 5, n. 2, p.54-64, jun. 2013.

MAEKAWA, Rafael; CARVALHO, Marly Monteiro de; OLIVEIRA, Otávio José de. Um estudo sobre a certificação ISO 9001 no Brasil: mapeamento de motivações, benefícios e dificuldades. Gestão & Produção, São Carlos, v. 20, n. 4, p.763-779, dez. 2013.

MEDEIROS, E.B. Um modelo de gestão integrada de qualidade, meio ambiente, segurança e saúde ocupacional para o desenvolvimento sustentável: setor de mineração. Dissertação de Mestrado. UFSC/PPEP, 2003.

MEDEIROS, Denise Dumke de. Diagnóstico e Análise de Sistemas da Qualidade: Um Modelo para Avaliação e Preparação dos Sistemas para a Certificação ISO 9000. Produção, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p.49-64, 2000.

MORAES, Clauciana Schmidt Bueno de et al. Sistema de Gestão Integrado (SGI) e os benefícios para o setor siderúrgico. Revista Metropolitana de Sustentabilidade, São Paulo, v. 3, n. 3, p.29-48, set. 2013.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT SYSTEMS - OHSAS. OHSAS 18001: requirements. London: British Standards Institution, 2007.

OLIVEIRA, Napoleão Dieb Holanda; FURTADO, Cora Franklina do Carmo. Gestão da Qualidade em um Órgão Público Auxiliar do Poder Legislativo Estadual. Revista Controle, [s.i.], v. 9, n. 2, p.367-398, dez. 2011. ROBSON, Lynda S. et al. The effectiveness of occupational health and safety management system interventions:



A systematic review. *Safety Science*, v. 45, n. 3, p.329-353, mar. 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2006.07.003>>.

RODRIGUES Willian Costa. Metodologia científica. Paracambi: FAETEC/IST; 2007.

SILVA, Velcir Portella da; COSTA, Alexandre Marino. Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional. *Revista Contribuições à Gestão no Judiciário Catarinense*, v. 2, p. 229-247, 2012.

SOLER, Luís Alberto de, 2002. Diagnóstico das Dificuldades de Implantação de um Sistema Integrado de Gestão da Qualidade, Meio Ambiente e Saúde e Segurança na Micro e Pequena Empresa. Tese de Mestrado – Gestão Ambiental – UNIOESTE, Santa Catarina, Brasil.

SOUZA, Roberto. Metodologia para Desenvolvimento e Implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Porte. São Paulo, 1997. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Capítulo 2.

TRIERWEILLER, ANDREA CRISTINA et. al. Processo de seleção de referencial teórico: sistemas de gestão. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2014. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_196_110_25479>. Acesso em: 01 jun 2019.

VITERBO JR., Ênio, Sistema Integrado de Gestão Ambiental, 2 ed., São Paulo 1998: Editora Aquariana, 224 p.

VITORELI, Gislaine Aparecida; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. Análise da integração dos sistemas de gestão normalizados ISO 9001 e OHSAS 18001: estudo de casos múltiplos. *Gestão e Produção*. São Carlos, v. 20, n. 1, p. 204-217, mar. 2013. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2013000100015> >.

ZENG, S. X. et al. An empirical examination of benefits from implementing integrated management systems (IMS). *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 22, n. 2, p.173-186, fev. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/14783363.2010.530797>>. Acesso em: 01 jun 2019

ZUTSHI, Ambika; SOHAL, Amrik S. A framework for environmental management system adoption and maintenance: an Australian perspective. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, v. 16, n. 5, p. 464-475, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/14777830510614330>>. Acesso em: 01 jun 2019 WERKEMA, M. C. C. As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.



DIMINUIÇÃO NA TAXA DE PERMANÊNCIA E AUMENTO DA TAXA DE OCUPAÇÃO NA CLÍNICA CIRÚRGICA

REDUCTION IN PERMANENCE RATE AND INCREASE OCCUPANCY RATE
IN SURGICAL CLINIC

Maristela Priscila Nardo Ramos

Camila Lemos Tonhasolo

Mauricio Wesley Perroud Junior

Paulo Sergio de Arruda Ignacio

Resumo

Estudo realizado em um hospital de ensino, localizado no interior do Estado de São Paulo Hospital Estadual Sumaré no setor de Clínica Cirúrgica. O setor de Clínica Cirúrgica conta com 13 quartos com dois leitos totalizando em 26 leitos. Devido a instituição de saúde ser pública do Estado e estar localizada em um país subdesenvolvido temos alta demanda de pacientes cirúrgicos dos 06 municípios de referência. O objetivo deste trabalho é avaliar os resultados obtidos em ações estratégicas aplicadas com a implantação do programa de alta hospitalar com a equipe multidisciplinar, protocolo das cirurgias prevalentes e mudança na estrutura física do centro cirúrgico para diminuir taxa de permanência em pacientes cirúrgicos com necessidade de internação. Trata-se de um estudo descritivo, com abordagem quantitativa. Os dados foram coletados através do sistema de informática da instituição (PEEP mv 2000). No período de 2014 a 2018. Conclui-se que os pacientes estão ficando internados somente o tempo necessário assim diminuindo os riscos de infecção devido a exposição diminuída ao ambiente hospitalar. Consequentemente gerando mais leitos. Totalizando em ganho para o paciente com aumento da rotatividade permitindo mais pacientes serem internados.

Palavras chave: Taxa de Ocupação, Paciente, Cirúrgico.

Abstract

Study carried out in a teaching hospital located in the interior of São Paulo State Sumaré State Hospital in the Surgical Clinic sector. The Surgical Clinic sector has 13 rooms with two beds totaling 26 beds. Due to the fact that the health institution is public in the state and is located in an underdeveloped country, we have a high demand for surgical patients from the 6 reference municipalities. The objective of this study is to evaluate the results obtained in strategic actions applied with the implementation of the scheduled discharge from the hospital with the multidisciplinary team, protocol of the prevalent surgeries and change in the physical structure of the operating room to decrease the permanence rate in surgical patients requiring hospitalization. . This is a descriptive study with a quantitative approach. Data were collected through the institution's computer system (PEEP mv 2000). From 2014 to 2018. It is concluded that patients are being hospitalized only as long as necessary thus reducing the risk of infection due to decreased exposure to the hospital environment. Consequently generating more beds. Totaling patient gain with increased turnover allowing more patients to be admitted.

Keywords: Occupancy Rate, Patient, Surgical.



1. INTRODUÇÃO

Estudo realizado em um hospital de ensino, localizado no interior do Estado de São Paulo Hospital Estadual Sumaré de extrema importância para uma das regiões mais desenvolvidas do Estado, o HES-Unicamp. O investimento total, entre a construção e equipamentos, foi de R\$ 54 milhões (US\$ 29,3 milhões).

O hospital conta com o nome “Dr. Leandro Francheschini” é administrado através de um contrato de gestão – com metas de produtividade e qualidade. O convênio é mantido entre a Secretaria de Estado da Saúde (SES-SP) e a Universidade Estadual de Campinas, desde setembro de 2000, data de sua inauguração.

O projeto piloto de contrato de gestão do Governo de São Paulo envolveu 14 hospitais através de Organizações Sociais de Saúde, e o HES foi o primeiro no Interior do Estado a atuar dentro desse modelo. O contrato de gestão adotado nos hospitais foi baseado em um programa similar da região da Catalunha, na Espanha.

Os números revelam a importância do HES-Unicamp para a Região Metropolitana. Desde o início de suas atividades, foram efetuadas quase 150 mil cirurgias, 38 mil partos e mais de 1 milhão de atendimentos. Seu funcionamento permitiu uma expressiva redução da demanda de pacientes atendidos no complexo hospitalar da Unicamp e outros hospitais públicos da região.

No plano de qualidade, tão importante quanto garantir a lógica de funcionamento do HES-Unicamp baseada em metas de produtividade, reavaliadas a cada ano, foi assegurar uma política efetiva de qualidade com assistência humanizada. Como desdobramento, a diretoria optou pela implementação da Acreditação Hospitalar. Sendo Hoje acreditada com ONA nível 1,2 e 3 e a Acreditação Canadense nível diamante obtida no ano de 2012.

A condição de estar vinculado à Unicamp, especialmente à Faculdade de Ciências Médicas (FCM), foi um quesito fundamental para justificar o padrão de excelência na assistência e ensino, com reflexos expressivos na saúde regional. A elevação dos patamares de qualidade da instituição passa pela perfeita sintonia no atendimento multidisciplinar oferecido por docentes, médicos, residentes, enfermeiros, psicólogos, fisioterapeutas, nutricionistas, assistentes sociais entre outros profissionais. Junto a esses profissionais circulam todos os anos cerca de 500 alunos dos cursos de medicina, enfermagem, farmácia e nutrição (FCA).

Estudo desenvolvido no setor de Clínica Cirúrgica onde permanece os pacientes cirúrgicos com necessidade de internação. O Hospital conta com 267 leitos. O setor de Clínica Cirúrgica conta com 13 quartos com dois leitos totalizando em 26 leitos, possui ainda mais 05 quartos com um leito sendo esse usado para pacientes em isolamento de contato ANVISA, 2019 precaução de contato deve ser utilizada



em pacientes com infecção ou colonização por microrganismo multirresistente, varicela, infecções de pele e tecidos moles com secreções não contidas no curativo, impetigo, herpes zoster disseminado ou em imunossuprimido; Totalizando em 31 leitos de internações. Nesse setor ficam internados pacientes cirúrgicos das seguintes especialidades: Cirurgia geral e do aparelho digestivo, urologia, cirurgia plástica, cirurgia torácica, cirurgia vascular, cirurgia de cabeça e pescoço. Devido a instituição de saúde ser pública do Estado e estar localizada em um país sub-desenvolvido temos alta demanda de pacientes cirúrgicos dos 06 municípios de referência A abrangência do hospital é para os municípios de Americana, Hortolândia, Monte Mor, Nova Odessa, Santa Bárbara do Oeste e Sumaré. Nessa unidade recebemos pacientes de cirurgia eletivas com prevalência dos pacientes cirúrgicos submetidos a histeriorrafia e colecistectomia e pacientes provindos da Unidade de Terapia Intensiva Adulto (UTI-A).

O objetivo primário deste trabalho é avaliar os resultados obtidos em ações estratégicas aplicadas para diminuir taxa de permanência em pacientes cirúrgicos com necessidade de internação

Os objetivos específicos são:

- Identificar diminuição de tempo de "setup", definido nesse estudo como índice de intervalo de substituição de leito,
- Verificar o aumento do índice de renovação de leito,
- Verificar o aumento na taxa de ocupação referentes a mudança na estrutura física do centro cirúrgico.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Índice de Intervalo de substituição de leito

Na rotina dos hospitais é necessário diariamente a reutilização do leito, ocupação do leito por um novo paciente. O intervalo de substituição de leito é o tempo em que o leito fica vago aguardando um novo paciente. Para liberação de alta do paciente é necessário a realização de atividades que variam de hospital para hospital. Para o paciente receber alta hospitalar é necessário alta médica, liberação de alta no sistema de informática da instituição, quando necessário impressão dos exames realizados dentro da instituição, desocupação do leito, limpeza terminal, arrumação para o leito ser novamente utilizado por novo paciente. Sendo assim o gerenciamento para utilização do leito é primordial nas instituições de saúde (RAFFAEL *et al*, 2017)



2.2 Índice de renovação de leito

É definida em 1978 pelo Ministério da Saúde como número de saídas em um determinado tempo em relação número de leitos do mesmo intervalo de tempo. Sendo a relação entre o numero de pacientes que receberam alta hospitalar, incluindo saídas como óbitos, no decorrer do período e o número de leitos disponíveis no período. Corresponde a utilização do leito durante esse período de tempo.

2.3 Taxa de Ocupação Operacional

Tem como finalidade avaliar o quanto estão sendo utilizados os leitos dentro do hospital como um todo, mensura o perfil da gestão e utilização do leito. Está diretamente ligada ao intervalo de índice de substituição de leito e a média de permanência.

Vale ressaltar a importância da gestão eficiente do leito pois aumenta os leitos disponíveis. A gestão de leito deve ser racional de forma logica e com indicação apropriada para estar disponível para os pacientes que precisem do leito para recuperação. Nesse estudo os dados são referentes somente a Clínica Cirúrgica.

Figura 1 – Método de Cálculo

Método de Cálculo	$\left(\frac{\sum \text{Número de pacientes-dia no período}}{\sum \text{Número de leitos-dia operacionais no período}} \right) \times 100$
-------------------	---

Fonte: Agencia Nacional de Saúde Suplementar. (2019)

O mesmo modelo matemático é usado para taxa de média de permanência e índice de rotatividade.

Média de permanência (número de pacientes-dia/ número de saídas).

Taxa de ocupação (número de pacientes-dia/ número de leitos-dia).

Índice de rotatividade (número de saídas/número de leitos).

A meta do setor de clinica cirúrgica do presente estudo foi estipulada para taxa de ocupação acima de 80%; média de permanência 3 dias; índice de renovação de leito 8,5; tempo de Índice de intervalo de substituição de leito 0,7.

3. MÉTODO

Trata-se de um estudo descritivo, com abordagem quantitativa, realizado no Setor de Clínica Cirúrgica de um hospital de ensino, localizada na região metropolitana de Campinas - SP, certificada com o selo da Accredited com excelência pela Organização Nacional de Acreditação (ONA) e do Accreditation Canada. Os dados foram coletados através do sistema de informática da instituição (PEEP mv 2000). No período de 2013 a 2018.

4. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Foi estabelecido em 2012 um protocolo institucional para os pacientes pré-operatório de herniorrafia e colecistectomia esse paciente deve tem um tempo de realizar a cirurgia em 24 horas após internação e um prazo de alta em 48 horas após ser submetido ao procedimento. Porém ainda não contávamos com os resultados esperados nos próximos dois anos foi quando em outubro de 2014 houve a mudança na estrutura física, do centro cirúrgico central otimizando o espaço físico para comportar mais três salas ocorrendo a não ociosidade das salas do centro cirúrgico proporcionando assim ações como internação no mesmo dia da cirurgia para pacientes de baixo risco cirúrgico otimizando o tempo e profissionais um melhor rodízio das salas cirúrgicas.

Ainda nessa unidade recebemos pacientes cirúrgicos provindo de alta da Unidade de Terapia Intensiva Adulto (UTI-A), pacientes internados na clínica cirúrgica que são encaminhados a UTI após procedimento cirúrgico devido alta complexidade, contemplamos nossas vagas também com paciente que não teve estadia na clínica cirúrgica, teve sua entrada diretamente no serviço de urgência do hospital, podendo ser referenciado de outras instituições de saúde, ou procura espontânea com necessidade de realizar o procedimento cirúrgico com encaminhamento imediato após procedimento para a UTI-A. Quando pacientes de alta complexidade conforme já citado acima, recebia alta da UTI ao chegar no setor da clínica cirúrgica era realizado um planejamento de alta porém não em tempo oportuno, ocorrendo muitas das vezes do paciente receber alta e não ter suporte no domiciliar no dia da alta, permanecendo assim no hospital até a família em parceria com os profissionais da equipe multidisciplinar alinhar e fornecer todo o suporte para a alta segura. Em 2016 houve a uma reestruturação da programação de alta em tempo oportuno pela equipe multidisciplinar, sendo essa alta programada juntamente com a equipe multidisciplinar nos primeiros dias que o paciente estava no setor, tendo assim tempo hábil para a equipe dar todo o suporte e orientações a família nesse período em que o paciente estava com real necessidade de internação e quando o paciente evolui para alta médica a família já está apta a cuidar desse paciente com todo o suporte no domicílio, podendo esse paciente já ir embora de alta.



Ano	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Taxa de Permanência	3,4	3,4	3,2	3	2,8	2,8
Taxa de Ocupação	83%	85%	87%	89%	88%	88%

Tabela 1 – Média de Permanência e Taxa de Ocupação na Clínica Cirúrgica 2013-2018
Fonte: Sistema MV2000 (2019)

Ano	2015	2016	2017	2018
Média-Índice de Intervalo de Substituição de Leito	0,5	0,36	0,39	0,41
Média-Índice de Renovação de Leito	8,2	9	9,6	9,3

Tabela 2 – Média do Índice de Intervalo de Substituição de Leitos e Média do Índice de Renovação de Leito na Clínica Cirúrgica 2015-2018
Fonte: Sistema MV2000 (2019)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a implantação do programa de alta hospitalar com a equipe multidisciplinar, protocolo das cirurgias prevalentes e mudança na estrutura física do centro cirúrgico os pacientes estão ficando internados somente o tempo necessário assim diminuindo os riscos de infecção devido à exposição diminuída ao ambiente hospitalar. Consequentemente gerando mais leitos. Totalizando em ganho para o paciente com aumento da rotatividade permitindo mais pacientes serem internados.

REFERÊNCIAS

ANVISA. Precaução de contato. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/servicos/controle/precauco-es_a3.pdf acessado 16 jun. 2019

AGENCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR. Taxa de ocupação operacional geral. Ministério da Saúde. V1 01- novembro. Disponível em: <http://www.ans.gov.br/images/stories/prestadores/E-EFI-01.pdf> acessado 16 jun. 2019.



MINISTERIO DA SAÚDE. Normas e padrões de construções e instalações de serviços de saúde: conceitos e definições, hospital geral de pequeno e médio porte, unidades sanitárias. Brasília: Ministério de Saúde; 1978.

RAFFAEL, C. MALIK, M; A. PINOCHET, L; H; C. O desafio de mapear variáveis na gestão de leitos em organizações hospitalares privadas. Revista de Gestão em Sistemas de Saúde – RRSS Vol. 6, N. 2. maio/agosto.2017.



AUTORES

Andrey Sartori

Mestre em Engenharia de Produção e Inovação pelo Programa de Pós-graduação de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (conceito 7 CAPES). Título da pesquisa: Análise dos efeitos da manufatura aditiva na Cadeia de Suprimentos. Especialista em Logística Reversa (2013) pela Faculdade Grande Fortaleza - FGF. Especialista em Auditoria e Perícia (2008) pelo Instituto Cuiabano de Educação - ICE. Graduação em Administração (2005) pelo Instituto Cuiabá de Ensino e Cultura - ICEC. Tem experiência em diversas empresas como gerente e consultor. Professor de pós-graduação e atualmente é professor de Cursos Superiores Tecnológicos da FATEC SENAI MATO GROSSO, lecionando nos cursos superiores de Logística, Gestão da Produção Industrial e Processos Gerenciais. Atuando principalmente nas seguintes disciplinas: Gestão da Produção (PCP), Distribuição, Gestão de Transportes, Armazenagem, Gestão da Cadeia e Redes de Suprimentos, Logística Reversa, Logística Internacional, Gestão de Serviços. Foi coordenador de cursos técnicos do Senai de 2011 até 2014. Avaliador e multiplicador da metodologia TRI - Teoria da Resposta ao Item. Consultor de Logística Lean e Lean Office. Ex-militar do Exército (4 anos), serviu em Angola na Missão de Paz pela ONU em 1996 UNAVEM III - Condecorado com a Medalha de Pacificador das Nações Unidas.

Antonilton Serra Sousa Junior

Engenheiro de Produção; Pós-graduando no MBA em Gestão da Qualidade e Engenharia de Produção; Graduando em Processos Gerenciais e; Técnico em Meio Ambiente. Participação no projeto de extensão Oficina de Escrita da Universidade Ceuma, com foco no desenvolvimento de livros de engenharia de produção por alunos, egressos e professores. Produtor de artigos científicos com aprovação em periódicos nacionais e anais de congressos da área de engenharia de produção. Atualmente, responsável pelo departamento de logística da Dimensão Tubos e Forros (DI-PVC), com atuação em liderança e desenvolvimento de equipes, gestão e manutenção de frota, gestão e controle de indicadores operacionais, visando a melhoria dos processos.

Bruna Letícia Soares Diniz

Graduação em andamento em Engenharia Civil. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, IFAM, Brasil.

Bruna Vanessa de Souza

Graduada em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT - 2012). Possui Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE 2016), cursando MBA em Gestão de Projetos pela USP/ESALQ. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em: Gestão da Produção, Lean Manufacturing, Gestão da Qualidade, Gestão da Cadeia de Suprimentos/Logística, Gestão de Projetos, Sistema de Informação e Estatística. Atualmente é Consultora na área de Gestão e Produção do Instituto Senai de Tecnologia.

Brunna Michaela Queiroz Góis

Bacharela em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Pós-Graduanda em MBA Gestão da Qualidade e Engenharia de Produção pelo Instituto de Pós Graduação (IPOG), co-autora de capítulo do livro Gestão da Produção em Foco da editora Poisson (2019). Auxiliar Técnico (Engenharia do Produto) e Assistente de Gestão da Qualidade na Empresa GDM Plásticos.



Camila Lemos Tonhasolo

Possui graduação em Enfermagem pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (2005). Especialista em Enfermagem do Trabalho (2009). Kursou Avaliação em Tecnologias de Saúde pela FIOCRUZ e Curso de Tutoria em Gestão da Clínica para o Ministério da Saúde. Tem experiência na área de Enfermagem, com ênfase em Enfermagem em Saúde Coletiva e Mental, Geriatria, Clínica Médica, Estomaterapia, Educação Permanente, Farmacovigilância e Auditoria Clínica e de Prontuários. Atuou como Docente em Segurança do Paciente e Administração em Escolas Técnicas na região de Campinas como Arquimedes e Liderança. Docente na Faculdade Anhanguera Educacional na Graduação de Enfermagem, atua no Grupo de Pesquisa de Inovação em Saúde da Unicamp(GIGS) e também é membro do Grupo de Estudos e Pesquisa em Tecnologias para Gestão em Enfermagem (GEPTGE) na Unicamp. Atua como Líder do Grupo de Comunicação e Informação do Hospital estadual Sumaré.

Carla Christiane Arcanjo

Mestrado em Engenharia da Energia e Meio Ambiente - CEFET - BH. Graduação em Engenharia Industrial Mecânica - Universidade de Itaúna. Técnica em Química - Colégio Técnico CECON.

Carlos Rodrigo Costa Rossi

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (2009) e mestrado em Estruturas pela UFPA (2018). Atualmente é doutorando em Estruturas pela Universidade Federal do Pará (2018/2022).

Carolina Seixas Ático

Graduanda de Engenharia de Produção da Universidade Salvador.

Daiane Rodrigues dos Santos

Graduação em andamento em Engenharia de Produção. Universidade Veiga de Almeida, UVA/RJ, Brasil.

Daniela Bramont Pato

Graduanda de Engenharia de Produção da Universidade Salvador.

Danilo Augusto Santana de Souza

Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal da Bahia, UFBA, Brasil (2010). MBA em Pós-graduação Lato Sensu pelo Instituto Brasileiro de Formação, Brasil (2018). Engenheiro Mecânico da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares , Brasil.

Dayane Sandri Stellato

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), graduada em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Mato Grosso. Na graduação atuou como bolsista de iniciação científica, trabalhando no Laboratório de Engenharia e Processamento Agroindustrial atuando principalmente nos seguintes temas: análise físico-química, sensorial e controle de qualidade de alimentos. Atuou na elaboração de projetos para arrecadação de fomento à pesquisa e elaboração de planos de curso. Atualmente é professora na Faculdade de Tecnologia do SENAI - MT no eixo de produção alimentícia.



Débora Pereira de Mattos

Sou formada como técnica em informática e curso atualmente engenharia de produção na Universidade Veiga de Almeida. Desde que conheci, através de disciplinas curriculares e extracurriculares relacionadas a área de elaboração e execução de projetos. Atualmente faço parte de uma organização estudantil, que cria e executa projetos sociais (Enactus). Trabalho com estagiária na área de produção de certificação de conteúdo local na empresa Ability Certificadora.

Dhaiany Ellen Alves dos Santos

Possui graduação em Tecnólogo em Gestão da Qualidade pela Faculdade de Tecnologia SENAI Mato Grosso (2019). Tem experiência na área de Gestão da Qualidade, com ênfase em Ferramentas da Qualidade. Participei de algumas consultorias, na área da Qualidade, juntamente com a FATEC-SENAI (Faculdade de Tecnologia Senai - Mato Grosso), Instituição onde me formei, estas consultorias deu origem ao Artigo: A APLICABILIDADE DOS 5 SENSOS COMO UMA FERRAMENTA ESTRATÉGICA DO LEAN MANUFACTURING: UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA TEXTIL - CUIABÁ/MT, que fora publicado em Abril de 2019 na Repad-UFMT (Revista de Estudos e Pesquisas), o artigo pode ser acessado através do link: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/repad/article/view/8169>.

Diogo de Souza Rabelo

Possui graduação em Engenharia Mecatrônica pela Universidade Federal de Uberlândia (2011), com período de intercâmbio através do programa de mestrado internacional Erasmus Mundus EU4M - European Union Master in Mechatronic and Micro-Mechatronic Systems - pelas instituições École Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon (França) e Universidad de Oviedo (Espanha) (2010). Possui mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Uberlândia (2014) e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Uberlândia (2017) com período sanduíche na University of Michigan (EUA). Foi professor efetivo do Instituto Federal de Mato Grosso - IFMT (2017-2018). Atualmente trabalha como professor efetivo na Universidade Federal de Goiás (UFG), atuando nos cursos graduação e pós-graduação em Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica. Tem experiência nas áreas de Engenharia Mecatrônica e Mecânica, atuando nas linhas de pesquisa: monitoramento de integridade estrutural, otimização e energias renováveis.

Dryelle Sifuentes Pallaoro

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Mato Grosso (2013), Mestra em Agricultura Tropical (2016) e doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal de Mato Grosso. Tem experiência e atuação em pesquisas nos seguintes temas: qualidade e tecnologia de sementes, microbiologia do solo, produção de girassol.

Ednickson Tenório Fernandes

Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Brasil.

Eduarda Araújo Neves

Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Goiás, UFG, Brasil.



Eduardo José Frauche Velloso

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Salgado de Oliveira (2016). Atualmente é especialista da Companhia Energética de Goiás. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Engenharia Elétrica.

Eliacy Cavalcanti Lélis

Administradora e engenheira, especialista em educação superior, mestre e doutora em engenharia de produção, pós-doutoranda em tecnologias da inteligência e design digital. Tem experiência profissional administrativa e técnica na manufatura e em serviços no setor público e privado. Pesquisadora, professora, conteudista e tutora na graduação e pós-graduação nas áreas de administração e engenharia. Parecerista, referee. Leciona e publica nas áreas de gestão da qualidade, gestão ambiental, responsabilidade social, gestão de projetos, gestão da produção e de operações, logística, gestão da cadeia de suprimentos, estratégia, sistema de informação, gestão de marketing, segurança e saúde do trabalho, metodologia de pesquisa e avaliação institucional.

Esdras Warley Nunes de Jesus

Mestre em Economia Aplicada com ênfase em Agronegócios e Desenvolvimento Regional (UFMT/2014 - CAPES 4). Especialista em Auditoria, Controladoria e Gestão pelo Instituto Cuiabano de Ensino (ICE/2006), bacharel em Administração (2003) pela Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas do Vale São Lourenço - EDUVALE (MT). Entre os anos de 2014 a 2015, cumpri contrato como Docente Substituto na Faculdade de Administração da UFMT e Pela Faculdade de Nutrição (UFMT). Coordenei (2009-2015) do Curso de Administração da Faculdade EDUVALE (Jaciara-MT), o Núcleo de Tecnologia, Informação e Comunicação (NUTIC) e Núcleo de Estágio (NUEST). Em 2016 e 2017, exerci o cargo de assessor técnico da Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Mato Grosso (SEDEC-MT) na pasta de Arranjos Produtivos Locais (APL-MT). Atualmente, coordeno o Eixo de Gestão e Negócios da Faculdade de Tecnologia FATEC SENAI MT, nos Cursos Superiores de Tecnologia em Gestão da Qualidade, Gestão de Recursos Humanos e Logística.

Fabio Correr

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Escola de Engenharia de Piracicaba (2018). Tem experiência na área de Controle de Qualidade, com ênfase no setor de Fundição.

Fahim Elias Costa Rihbane

Possui graduação em Ciências da Computação pela Universidade do Estado de Mato Grosso (2011) e mestrado em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (2014). Doutorado em Física Ambiental (2018).

Felipe de Araújo e Mello

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2008) e especialização em Engenharia de Soldagem pela Escola Politécnica de Pernambuco - UPE (2014). Atua desde 2008 na área de manutenção, principalmente no Sistema Elétrico Brasileiro, trabalhou de 2009 a 2017 (8 anos) em Geração Hidrelétrica e atua desde 2017 em Linhas de Transmissão de alta tensão. Lecionou matérias de Manutenção e Projetos Mecânicos como professor titular do IFBA em Paulo Afonso/BA por 5 anos.



Fernando Nunes Belchior

Prof. Fernando Nunes Belchior foi graduado em 2000, recebeu o título de Mestre em 2003 e Doutor em 2006 em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia - UFU-MG, Brasil. No mestrado trabalhou com a influência de afundamentos de tensão em conversores de frequência tipo PWM senoidal. No doutorado trabalhou com dois filtros harmônicos eletromagnéticos, um voltado para a filtragem de harmônicos de sequência zero e outro destinado à filtragem de harmônicos de sequência positiva e negativa. De fev/2007 a dez/2015 foi professor associado no Grupo de Estudos da Qualidade da Energia Elétrica (GQEE) no Instituto de Sistemas Elétricos e Energia (ISEE) da Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI-MG (www.unifei.edu.br), Brasil. Atualmente trabalha como professor associado na Universidade Federal de Goiás (UFG), no campus avançado de Aparecida de Goiânia. Publicou mais de 100 trabalhos em anais de eventos nacionais e internacionais. É revisor de artigos em conferências nacionais e internacionais e revistas nacionais e internacionais. Suas principais áreas de interesse englobam: Qualidade da Energia Elétrica, Máquinas Elétricas, Eletrônica de Potência, Medições Elétricas e geração distribuída, principalmente geração solar fotovoltaica. Já realizou trabalhos de consultoria junto a CPFL, DuPont, Parmalat, CEB, ONS, Elektro, e outros, com participação nas campanhas de medição de Qualidade da Energia Elétrica ocorridas na UFU a serviço do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), em 2001 e 2003. Trabalhou em Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) junto a CEB, CEMAT, LIGHT, CHESF, ELEKTRO, ENEL. Foi vice-presidente da SBQEE - Sociedade Brasileira da Qualidade da Energia Elétrica, Gestão 2011-2013. Foi presidente da SBQEE, Gestão 2013-2015 (www.s bqee.org.br).

Francisca Diana Ferreira Viana

Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Ceará (2003), mestrado em Economia pelo Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia (2006) e Doutorado em Economia (2010) pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atualmente é Professora do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto, do Programa de Mestrado em Economia Aplicada da Universidade Federal de Ouro Preto e do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, também da Universidade Federal de Ouro Preto. É membro do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Desenvolvimento Econômico e Social (NUPEDES) e coordenadora do Núcleo de Estudos em Agroecologia da região dos Inconfidentes (NEA Inconfidentes). Tem como áreas de interesse: Economia Internacional, com ênfase em relações comerciais, Economia Regional, com ênfase em Desenvolvimento Local, Economia do Turismo, Agricultura Familiar e Economia Solidária.

Frederico Lago Silva

Graduação em andamento em Engenharia de Materiais e Manufatura. Escola de Engenharia de São Carlos - USP (SP), EESC, Brasil.

Gabriel de Moura Reis

Graduando em Engenharia de Produção no Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas. Bolsista do Programa de Educação Tutorial no Grupo PET Engenharia e membro da Comissão Nacional do Mobiliza PET como representante da Região Norte. Membro do grupo de pesquisa de Automação e Instrumentação Analítica e Quimiometria da UFAM, atuante em pesquisas na área de síntese, processamento e estudo das propriedades de compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais.

Gustavo Costa Carvalho

Graduação em andamento em Engenharia de Materiais e Manufatura. Escola de Engenharia de São Carlos - USP (SP), EESC, Brasil.



Hélio Roberto Hékis

Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas - Área de concentração - Gestão de Negócios pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2004). Mestre em Administração - Gestão Estratégica das Organizações pela Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC/ESAG (1999). Especialista em Auditoria Empresarial pela Universidade Federal de Santa Catarina UFSC (1992). Graduação em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (1988). Vice-Coordenador do Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Inovação em Saúde - PMPGIS; Editor Chefe da Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde - R-BITS (ISSN: 2236-1103). Professor Associado I do Departamento de Engenharia Biomédica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. Avaliador Institucional e de Cursos pelo INEP/MEC. Líder do Grupo de Pesquisa OPEN iNNOVATION, ligado ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFRN. Pesquisador do Núcleo de Inovação Tecnológica em Saúde (NITS), ligado ao Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (LAIS). Professor do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção Curso de Mestrado em Engenharia de Produção da UFRN - área de Gestão do Conhecimento Organizacional; É consultor do Departamento de Ciência e Tecnologia - DECIT, da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos - SCTIE, do Ministério da Saúde. . Foi Vice-Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Onofre Lopes HUOL/UFRN. Foi Chefe da Unidade de Telessaúde da Maternidade Escola Januário Cicco - MEJC; Foi Coordenador do Curso de Engenharia de Produção da UFRN. Foi Professor da Universidade Aberta do Brasil - UAB, vinculado ao Curso de Administração Pública da UFRN. Foi Diretor Geral do Grupo Estácio Participações - Unidade de Espírito Santo. Foi Conselheiro do Conselho Regional de Contabilidade do Estado de Santa Catarina - CRC/SC.

Henrique Copes Braga

Graduação em andamento em Engenharia de Produção. Instituto Federal Minas Gerais, IFMG, Brasil.

Herbert Ricardo Garcia Viana

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Campina Grande (1997), graduação em Direito pela Universidade Estadual da Paraíba (1998), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (2008) e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2013). Atualmente é Professor Adjunto na Universidade Federal do Rio Grande do Norte no departamento de engenharia de produção, atuando principalmente nos seguintes temas: Produção, Manutenção Industrial, Planejamento, Projetos e Custos.

Ieda Maria Munhos Benedetti

Graduada em Psicologia pela Universidade Estadual de Maringá (1986), MBA em gestão com pessoas, mestre em Educação pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2003) e doutora pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Atualmente psicóloga clínica, escolar e professora no ensino superior. Vasta experiência em clínica, trabalhando e publicando principalmente com os temas: crítica social, psicossomática, TDA/H, ética, depressão, educação, psicologia do desenvolvimento, transformações na constituição do sujeito contemporâneo e identidade feminina. Pós-Doutorado em Saúde Professoral (2015).

Iêdo Souza Santos

Graduado em Tecnologia Agroindustrial com ênfase em Madeira pela Universidade do Estado do Para (2004). Especialização em Gestão da Produção em Empreendimentos Agroindustriais, pela mesma Instituição (2006). Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira pela Universidade Federal de Lavras (2008). Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (2017). Experiência em caracterização e industrialização da madeira desenvolvendo pesquisa em Cadeia de Produção Florestal e Sistemas Agroindustriais.



Igor Antunes Rezende

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (2017).

Ingrid Costa de Oliveira

Técnica em Segurança do Trabalho. Graduanda em Engenharia de Produção. São Luís, MA.

Ingrid Dantas de Castro

Graduação em andamento em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Brasil.

Ingrid Rebouças de Moura

Engenheira Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Técnica em Eletrotécnica pela Escola Estadual de Educação Profissional Pedro de Queiroz Lima. Bacharela em Ciência e Tecnologia pela UFERSA. Atualmente, Mestranda em Engenharia de Produção na área de Pesquisa Operacional do Programa de Pós-graduação da UFRN/PEP. Realizou estágio técnico na empresa JBS - Couros de Cascavel/CE em manutenção elétrica e estágio supervisionado em Engenharia Civil no Setor de Infraestrutura da UFERSA - Campus Angicos auxiliando principalmente na área de manutenção e fiscalização de obras. Membro de 2014 a 2017 da Equipe Calango Voador Aerodesign do Campus Angicos e capitã da equipe em 2017. Bolsista do Grupo PET Conexões Comunidades do Campo de 2016 a 2017. Atualmente participante do Projeto de Pesquisa na área de aeroportos.

Iris Bento da Silva

Graduado em engenharia mecânica pela USP. Mestrado em engenharia mecânica pela UNICAMP. Doutorado em engenharia mecânica pela UNICAMP. Pós-doc em engenharia pela UNICAMP. Especializado em manufatura pela USP. Especializado em administração de empresas pela Escola Superior de Administração de Negócios. Aperfeiçoado em Cold Forging, Japão. Aperfeiçoado em máquinas CNC, EUA, Trabalhou por mais de 30 anos em empresas de grande porte: Eaton, Clark, 3M, Varga; ocupando cargos de alta direção. Foi consultor de empresas em sistemas Lean Manufacturing. Foi professor de engenharia mecânica na UNICAMP. Também foi professor de especialização em qualidade na UNICAMP. Foi professor de engenharia mecânica e de produção na Universidade Metodista de Piracicaba. Foi diretor técnico do Centro Brasileiro de Forjarias por mais de 15 anos. É fundador e membro da Academia Brasileira de Qualidade. É professor de engenharia mecânica na USP e professor colaborador da pós-graduação de engenharia mecânica na UNICAMP. Atua nas áreas: Manufatura, Conformação, Lean Manufacturing Six Sigma, Qualidade.

Jardson Guilherme Paixão Lima

Graduação em andamento em Engenharia de Produção. Universidade do Estado do Pará, UEPA, Brasil.

Jéssica Lahís Silva Bastos de Menezes

Advogada, atuante em assessoria empresarial, cível, consumidor e trabalhista. Docente Externa de Pós-Graduação. Membro da Comissão de Aperfeiçoamento Jurídico da OAB/AM (2016-2018/2019-2021). Especialista em Direito Tributário pela Escola Superior de Advocacia do Amazonas, ESA/AM, em 2018. Especialista em Direito Público pela Escola Superior Batista do Amazonas, ESBAM, em 2016. Especialista em Direito Processual com Ênfase na Docência do Ensino Superior pela Faculdade da Amazônia Ocidental, FAAO/AC, em 2015. Bacharel em Direito pela Faculdade da Amazônia Ocidental, FAAO/AC, em 2013.



Joel Castro do Nascimento

Bacharel em Engenharia de Produção (UFAM - 2009) Mestre em Engenharia de Produção (UFAM - 2012) Especialista em Gestão Pública (UEA - 2014) Professor Assistente do Curso Engenharia de Produção - Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET-UFAM). Pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Economia, Tecnologia, Gestão e Inovação (NETGI), e Coordenador dos Laboratórios de Engenharia de Produção do ICET.

Jurandir Barreto Galdino Junior

Mestrando em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Graduação em Engenharia Biomédica - UFRN (2018). Graduação em Ciências e Tecnologia - UFRN (2017). Especialização em engenharia clínica.

Kátia Viana Cavalcante

Doutora em Desenvolvimento Sustentável, área de Política e Gestão Ambiental pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília CDS/UnB (2013). Mestre em Comunicação e Semiótica pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC-SP (1998). Especialista em Ciência da Computação pelo Convênio Técnico da Universidade Federal do Amazonas e IBM Brasil - Indústria, Máquinas e Serviços Ltda. (1992). Professora da Universidade Federal do Amazonas - UFAM/Campus Universitário - Senador Arthur Virgílio Filho. Atuou no Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia- CENSIPAM, lotada no Centro Técnico Operacional MANAUS (2002-2006). Contribuiu no Departamento de Proteção e Vigilância do Centro Estadual de Unidades de Conservação da Secretaria de Desenvolvimento Sustentável do Estado do Amazonas - DPV/CEUC-SDS-AM (2013). Atualmente coordena o Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais - PROFCIAMB- Associada/UFAM. Tem experiência na área de Gestão da Informação e Gestão Ambiental, com ênfase em gestão desenvolvimento e avaliação de abordagens inovadoras em ambientes de constantes mudanças, mediante uso e geração de indicadores socioambientais.

Kelly Vanessa Barbosa Conceição

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Ceuma, Brasil.

Luana Gomes Mesquita

Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Engenharia de Produção.

Lucas Manuel Campos Costa

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (2017), Pós-graduando em projeto de estruturas e fundações pela IPOG(2018-2020), Pós-graduando em BIM pela IPOG(2018-2020).

Luidson Coelho Fernandes

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Ceuma, Brasil (2018).

Manuel Fabio Alves Feitosa

Graduação em andamento em Engenharia de Produção. Universidade Veiga de Almeida, UVA/RJ, Brasil.



Marco André Matos Cutrim

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Ceuma, Brasil (2018).

Maria Francisca Silva Bastos

Doutora em Ciências da Educação - Universidade Nihon Gakko-UNG/PY. Mestre em Gestão de Empresas - Universidade Autónoma de Lisboa-UAL/PT. Especialista em Planejamento e Estratégia Empresarial - Faculdade Ademar Rosado/FAR/PI. MBA Gestão e Análise Ambiental - UNINILTONLINS/AM. Especialista em Administração de Recursos Humanos - UFAM/AM. Bacharel em Administração - UNINILTONLINS/AM. Professora da Graduação e Pós-Graduação. Atuei como Coordenadora de Cursos (Administração, Gestão de Recursos Humanos, Gestão da Qualidade, Gestão de Logística). Coordenadora Acadêmica. Atualmente ministro Módulos nos Cursos da Pós-Graduação na Laureate International Universities - UniNorte/AM. MBA Gestão de Pessoas e Coaching (Retenção de Talentos; Coaching aplicado ao Treinamento & Desenvolvimento de Equipes; Gestão de Pessoas e Coaching; Gerenciando Mudança e Transição; Coaching & Mentoring). MBA Gestão de Logística e Produção (Gestão de Pessoas no Processo Logístico). MBA Docência do Ensino Superior (Projetos Educacionais; Modelos de Aprendizagem e Avaliação; Tecnologias Educacionais; Planejamento Didático; Metodologia I, II, III). Linguística (Gestão Escolar e Gestão de Pessoas). MBA Gerenciamento de Projetos (Gestão de Indicadores e resultados de alta performance). MBA Gestão e Estratégia Empresarial (Recrutamento e Seleção Eficaz, com foco em redução de Turnover).

Mariana de Lourdes Rodrigues da Costa

Estudante do curso de Engenharia de Produção no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Congonhas.

Maristela Priscila Nardo Ramos

Possui graduação em enfermagem - ANHANGUERA EDUCACIONAL (2008). Tem experiência na área de Enfermagem, com ênfase em Enfermagem em Saúde do Adulto e do Idoso. Trabalha como Enfermeira há 10 anos no Hospital Estadual Sumaré Unicamp nos setores de Clínica Médica e Cirúrgica, Terapia Intensiva Adulto e atualmente Educação Permanente. Líder do time de paciente cirúrgico durante o processo de acreditação Canadense no Hospital Estadual Sumaré 2009-2012. Intercambio em Edimburgo / Escócia out 2013; Bolsista pela Organização Mundial de Segurança do Paciente.

Matheus Schoffen Turkiewicz

Graduação em andamento em Engenharia de Produção. Universidade Estadual de Maringá, UEM, Brasil.

Mauricio Wesley Perroud Junior

Possui graduação em medicina pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1994), residência médica em Pneumologia, mestrado e doutorado em Clínica Médica pela Universidade Estadual de Campinas (2002; 2012). Atualmente é professor assistente da disciplina de Pneumologia da Universidade Estadual de Campinas, Superintendente do Hospital Estadual Sumaré - UNICAMP e sócio proprietário da AS & Perroud Consultoria e Assessoria Médica Ltda. Tem experiência na área de medicina, com ênfase em Pneumologia, atuando principalmente nos seguintes temas: farmacovigilância, pneumologia, oncologia pulmonar, biologia molecular, protocolos clínicos.



Michael Hellison Jantorpe Gomes

Possui curso superior em Gestão Pública (2019) além de graduação em Gestão Financeira (2015), Pedagogia (2018), Pós Graduação nas áreas de Matemática (2017), Pedagogia Empresarial (2016) e Psicopedagogia Institucional (2017) e é graduando em Engenharia de Produção pela UNIVESP e em Filosofia pela UNAR. Atualmente é Controlador Orçamentário e Secretário Adjunto de Cultura da Prefeitura Municipal de Presidente Prudente. Tem experiência na área de gestão pública e em cultura, com ênfase em orçamento público, atuando principalmente nos seguintes temas: Gestão de Pessoas, Pedagogia Empresarial e Psicologia Positiva.

Murilo Soares Santos

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (2011), mestrado na área de estruturas pela PUC-RJ (2015) e atualmente é doutorando na área de estruturas pela Universidade Federal do Pará. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em construção civil, análise e dimensionamento estrutural de edificações e pontes, atuando principalmente nos seguintes temas: concreto armado e protendido, estrutura metálica, reforço estrutural e análise por elementos finitos. Também possui Master BIM Manager pela Zigurat Global Institute of Technology.

Myllena de Jesus Fróz da Silva

Atualmente é da Universidade Estadual do Maranhão. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Gerência de Produção.

Nathyelle da Silva Palhano

Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Maranhão. Durante os anos de 2015 e 2016 foi estagiária em planejamento estratégico na UEMA. Bolsista de iniciação científica durante os anos de 2017 e 2018, desenvolvendo pesquisa a respeito da maturidade da aplicação de práticas de gestão da produção em manufaturas maranhenses, mas especificamente os ramos de malharia/confecção e de bebida. Participou da Ágil Engenharia Júnior, onde ocupou cargos na Diretoria de Qualidade, Presidência e Presidência do Conselho. Atualmente atua como estagiária de engenharia de produção na VALE S/A.

Neida Rocha Cidade

Possui graduação em LETRAS - Língua e Literatura Portuguesa pela Universidade Federal do Amazonas (2004). Especialista em Didática do Ensino Superior. Atualmente mestranda em Educação na Universidad Nihon Gakko - Paraguai e está apta a ministrar aulas de Língua Portuguesa, Comunicação e Expressão, Redação e Linguagem Jurídica I e II, Interpretação e Produção de Texto, Português Instrumental e Metodologia do Trabalho Científico. Atuo também revisora de Dissertação e Teses de Doutorado.

Neilton Pereira Palaver

Graduação em andamento em Engenharia de Produção. Universidade do Estado do Pará, UEPA, Brasil.

Paloma Queiroz da Silva

Graduanda de Engenharia de Produção da Universidade Salvador.



Paula Cristina Senra de Oliveira

Estudante do curso de Engenharia de Produção no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Congonhas.

Paulo Roberto dos Santos Tavares

Possui graduação em Administração pelo Centro Universitário Padre Anchieta (2005). Especializado em empreendedorismo pelo Babson College, em Boston, Estados Unidos (2008). Pós-graduado em Gestão Logística pela Fundação Getúlio Vargas - FGV (2010). Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração da Produção. É executivo com mais de 15 anos de experiência em Supply Chain Management e ocupou diversos cargos de liderança em empresas como Thyssenkrupp, Natura e Bosch. Possui experiência em projetos logísticos internacionais de grande porte e gestão de equipes de alto desempenho em ambientes complexos de indústria, varejo e food service. Professor de MBA e pós-graduação da Fundação Getúlio Vargas - FGV nas áreas de Operações & Supply Chain, Finanças e Projetos. Autor dos livros: - Gestão Estratégica de Estoques e Planejamento Avançado de Demanda - Editora MAG Maringá 2014. - Logística Lean - Editora MAG Maringá 2017.

Paulo Sérgio de Arruda Ignácio

Doutor em Engenharia Civil pelo LALT/DGT/ FEC/UNICAMP (2010), na área de Engenharia de Transportes. Possui graduação em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Metodista de Piracicaba (1985) e Mestrado em Gestão da Qualidade pelo IMECC (2001). Atualmente é Professor Doutor do Curso de Engenharia de Produção e Administração da Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA), da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). E referee adhoc em periódicos. Possui artigos publicados em revistas e congressos. Tem experiência em consultoria em pequenas e grandes empresas nacionais e internacionais. Interesses e atuação em grupos de pesquisa com foco na engenharia de produção, contemplando: gestão da cadeia de suprimentos; gestão de operações e serviços, com ênfase em gestão de operações, lean thinking, logística, produtividade, armazenagem, sustentabilidade, qualidade e medição do desempenho, com modelagem de sistemas.

Pedro Lima Autran Dourado

Graduação em andamento em Engenharia de Materiais e Manufatura. Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

Pedro Silvério Xavier Pereira

Possuo graduação em Agronomia pela Universidade do Estado de Mato Grosso-Campus Tangará da Serra (2010), atuando principalmente nos seguintes temas: sementes, qualidade sanitária, qualidade fisiológica, oleaginosa e produtividade. Mestrado na Universidade Federal de Mato Grosso- Campus Cuiabá-MT (2013), no programa de pós-graduação em Agricultura Tropical, com ênfase em manejo do solo. Atuei como Pesquisador/Bolsista CNPQ no Projeto: Perdas Quantitativas no transporte rodoviário de grãos à granel e professor substituto do departamento de fitotecnia e fitossanidade da Universidade Federal de Mato Grosso- Campus Cuiabá-MT, lecionando as disciplinas de: olericultura, fruticultura, agroecologia, fitotecnia e estágio. Atualmente faço doutorado no Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical na Universidade Federal de Mato Grosso - Cuiabá -MT.

Raquel Neves Umbelino

Graduação em andamento em Engenharia de Produção. Universidade Veiga de Almeida, UVA/RJ, Brasil.



Rafael Corsi Zucherato

Graduação em andamento em Engenharia de Materiais e Manufatura. Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

Rafael Oliveira Mota

Graduação em andamento em Engenharia de Produção. Universidade Veiga de Almeida, UVA/RJ, Brasil.

Ricardo dos Santos Oliveira

Mestrado em Engenharia de Materiais. Universidade Federal de Ouro Preto, UFOP, Brasil.

Rodrigo Lanzoni Fracarolli

Possui Mestrado em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) (2017), Especialização em Projetos e Obras Públicas de Edificações pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) (2015), Graduação em Engenharia de Produção pela UEM (2011) e Licenciatura em Artes Cênicas pela UEM (2015). Tem experiência como docente pela Universidade Estadual de Maringá e no Centro Universitário da Fundação Educacional de Guaxupé.

Rodrigo Rodrigues da Cunha

Possui graduação em Engenharia Civil, pela Faculdade Ideal - FACI (2009), especialização em Geotecnia, Fundações e obras de Terra, pela Universidade Cidade de São Paulo (2016), Especialização em Docência para a Educação Profissional, científica e tecnológica, pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará (2017), Mestrado em Engenharia Civil com ênfase em Construção Civil e Materiais, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará - UFPA/PPGEC (2017) cumprindo disciplinas técnicas no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e no Departamento Avançado de Aditivos Químicos para Concreto de Cimento Portland da University of Duisburg-Essen (Alemanha), atualmente é Doutorando Sanduíche em Engenharia Civil com ênfase em Materiais - UFPA/PPGEC e Universidade do Minho (PORTUGAL). Foi Engenheiro Regional Norte e Centro Oeste da Multinacional SUPERMIX CONCRETO S/A e Diretor Técnico da Totalmix Controle Tecnológico em Concreto, Argamassa e Solos. Atualmente é Professor e Pesquisador do Ensino Básico, técnico e Tecnológico do Instituto Federal do Pará, no Departamento de Ensino, Recursos Naturais, Design e Infraestrutura. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Materiais e Componentes de Construção, atuando principalmente nos seguintes temas: aproveitamento de resíduos, uso de adições minerais, argamassas, solos para pavimentação, asfalto, concreto e avaliação de sistemas construtivos. É líder do Grupo de Análise Experimental e Pesquisa Aplicada à Tecnologia e Eco-Tecnologia do Concreto. Atualmente é Membro da Comissão de Estudos de Requisitos e Métodos de Ensaio de Aditivos para Concreto e Argamassa, CE - 018:500.001 - ABNT/CB-018 Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados. Revisão da Norma Brasileira: NBR 11768 (ABNT) Aditivos químicos para concreto de cimento Portland, Requisitos.

Rosana Sifuentes Machado

Professora Orientadora dos cursos de Graduação e Pós-graduação da FATEC Faculdade de Tecnologia SENAI Mato Grosso desde 2016. Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento Regional pela Universidade Federal de Mato Grosso (2015), especialista em Estratégia e Marketing (MBA) pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (2002), graduada em Administração com Habilitação em Comércio Exterior pela Universidade de Cuiabá (2000). Possui extensão em Logística do Transporte Rodoviário de Cargas pela Universidade Católica de Brasília (2004), extensão em Administração de Operações Logísticas pela Fundação Getúlio Vargas (2011). Atuou como gestora de empresas de pequeno e grande porte, coordenadora de qualidade e supervisora de equipes (desde 1982). Pesquisadora em projetos de iniciação e extensão. Colaboradora técnica



e pesquisadora do Projeto internacional da OIT(organização Internacional do trabalho), Ganar-Ganar, La igualdad de Género es un buen negocio.

Rute Holanda Lopes

Professora Adjunto da Universidade Federal do Amazonas - UFAM/ ICET (Economia Rural, Introdução à Economia e Gestão Ambiental). Coordenadora do Núcleo de Economia, Tecnologia, Gestão e Inovação; Coordenadora Administrativa da Incubadora do ICET - ICETech, Vice coordenadora do Curso de Engenharia de Produção, Coordenadora do COMEXI - Comitê de Extensão do ICET. Doutora em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade da Amazônia pela UFAM (2015). Mestra em Desenvolvimento Regional pela UFAM (2008). Graduada em Ciências Econômicas pelo CIESA (2001), MBA em Empresas e Negócios pelo CIESA (2003). Pesquisas na área de: Economia Rural, Economia Regional, Engenharia de Produção, Produção Agrícola, Cadeias Produtivas Locais e Agricultura Familiar, Gestão Ambiental, Sustentabilidade. Possui experiência como consultora econômica e ambiental com trabalhos técnicos em Diagnósticos, Prognósticos, Caracterizações e Análises de Contexto dos municípios da Região Metropolitana de Manaus.

Sarah Suene Tavares Silva

Graduação em andamento em Engenharia de Produção. Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, Brasil.

Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo

Possui graduação em Economia pela Universidade Regional do Cariri - URCA (1987), mestrado em Desenvolvimento Regional pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM (2008) e doutorado em Ciências da Educação - Nihon Gakko - PAR (2018). Atualmente é Coordenadora de Pesquisa e Extensão do INSTITUTO METROPOLITANO DE ENSINO-IME, atuando principalmente nos seguintes temas: Iniciação Científica, Sustentabilidade Ambiental, Articulação entre Pesquisa, Ensino, Extensão e Responsabilidade Social na formação acadêmica.

Tácita Rocha Araújo

Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Ouro Preto, UFOP, Brasil.

Ulisses Gonçalves da Silva

O design e sua forma de pensar as soluções sempre estiveram presentes em meu cotidiano; entender como as pessoas interagem com as interfaces, construir e compartilhar soluções são atividades que me motivam. Em minha jornada no mundo do design (especificamente fotografia), atuei como Coordenador de Fotografia em uma empresa de médio porte, focado na elevação do padrão de qualidade de imagem e ensino da fotografia, desenvolvendo as atividades de coordenação da equipe de fotógrafos e acompanhamento da qualidade das imagens capturadas, ministrando oficinas internas sobre captura e tratamento de imagens. Além disso, também criei e fui instrutor de cursos de fotografia básicos e avançados e ministrei aulas de fotografia para o Canon College Manaus. Sou graduado em Design Gráfico, especialista em User Experience (Ux) e User Interface (Ui). Durante minha graduação participei de monitorias, projetos de interface e fui voluntário na Coordenação de Pesquisa da minha Instituição e realizei pesquisa científica sobre o Ensino a Distância. Esta vivência acadêmica e profissional despertou em mim o interesse pela experiência do usuário e pela docência, o que me levou a retomar os estudos em design - atualmente sou pós graduando MBA em Design Thinking.



Vaner Prado

Possui doutorado em Desenvolvimento Regional e Urbano pelo Programa de Desenvolvimento Regional e Urbano - PPDRU, da Universidade Salvador - UNIFACS (2017); mestrado em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (2000); especialização em Administração Estratégica pela Universidade do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ (1996). graduação em Administração pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI (1991). Professor do Programa de Mestrado em Direito, Governança e Políticas Públicas (MDGPP) e de cursos de graduação na Escola de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da Informação - EAETI, da Universidade Salvador - UNIFACS. Membro pesquisador do Grupo de Estudos da Economia Regional e Urbana - GERURB e Grupo de Pesquisa em Análise Espacial para o Desenvolvimento - GPAED. As principais áreas de interesse em pesquisa são: I) O Sistema Postal e o acesso à cidadania; II) Reestruturação Produtiva e a Quarta Revolução Industrial (Movimento 4.0 - indústria 4.0 e logística 4.0); III) Cidades Sustentáveis e Inteligentes e a Cidadania do habitar; IV) Transparência na Administração Pública e E-Governo. Participa de projetos Técnicos na Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos: I) Planejamento e implantação de novas tecnologias postais e; II) Planejamento, implementação e avaliação de planos de continuidade de negócios.

Vinícius Martins Ribeiro

Graduação em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Santarém, Brasil (2017). Tem experiência na área de construção civil, com ênfase em análise de estruturas de aço, concreto armado e orçamentação.

Wanderson Henrique Stoco

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Escola de Engenharia de Piracicaba - EEP (2012) e MBA em Gestão de Projetos pela Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP, com módulo internacional realizado na Universidade de Sevilha na Espanha (2014). Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGEPP da Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP (desde 2018), com bolsa da CAPES. Atualmente é Gerente Geral na empresa Aferitec Metrologia, onde também atua como Gerente Técnico. Especialista credenciado junto à Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro (Cgcre) para participar de avaliações de acreditação de organismos de avaliação da conformidade, nas grandezas Dimensional e Viscosidade, segundo a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025. Tem experiência na área de Metrologia com ênfase em Medição por Coordenadas e Gestão de Projetos no Desenvolvimento de Novos Serviços Acreditados. Ministrante dos cursos de Calibração e Medição em Máquina de Medir por Coordenadas, Técnicas de Medição por Coordenadas e GD&T. Professor da disciplina de Técnicas de Negociação e Tomada de Decisão do curso de Gestão Estratégica de Projetos.



ORGANIZADORES



I think it's a radical idea, but no more radical an idea than that one day each of us would have a personal computer. Remember the skeptics who once doubted any of you would ever purchase a personal computer.

The Artificial Intelligence (AI) market is predicted to grow in 2016 to in 2021, attaining Compound Annual Growth Rate (CAGR).

Barriers manufacturers face in evaluating and adopting technologies, and explores how global manufacturing companies can best capitalize on emerging technologies. The study defines exponential technologies, those that enable change at a rapidly accelerating, nonlinear pace facilitated by substantial progress and cost reduction in the areas of computing power, bandwidth, and data storage.

All of this, of course, flies in the face of conventional wisdom that

what's interesting about the future of the robot is not the robot itself, but the way it changes the way we live. The robot is a tool, and the way it changes the way we live is what's interesting. The robot is a tool, and the way it changes the way we live is what's interesting. The robot is a tool, and the way it changes the way we live is what's interesting.

The robot's future is not as bright as we ever thought. We used to think of the robot as a tool, and the way it changes the way we live is what's interesting. The robot is a tool, and the way it changes the way we live is what's interesting. The robot is a tool, and the way it changes the way we live is what's interesting.

the robot stand-up comedian, the robot prison guards in South Korea, and even robot sex workers. All of these stories seem to

future robots should look like us and think like us. Certainly,

the story of the humanoid robot is a story that is easy to tell: it feeds into our notions that we are increasingly

headed to a world where man and machine co-exist, where robots play a daily active role in all of our lives. Consider some of the stories that have appeared in just the past week:

the robot stand-up comedian, the robot prison guards in South Korea, and even robot sex workers. All of these stories seem to

suggest that it is just a matter of time before robots catch up to humans in intelligence.

is being used today to enable collaborative robotics, predictive analytics, improving recruitment and retention, and optimizing the supply chain. The use of AI in manufacturing is being accelerated by the global venture capital community. Technologies that enable AI, called cognitive technologies, include machine learning, natural language processing, computer vision, and optimization. Machine learning refers to the ability of computers to improve their performance by exposure to data, without the need to follow explicitly programmed instructions.

As the computing industry has moved from a mainframe to a PC to a mobile device, with each step bringing improvements in computing power while shrinking in size, the future could be headed for the same trajectory. What this means is that in the future, we could have teams of personal devices that are around us in our daily lives, doing everything from cleaning our homes to cleaning our arteries, and communicating with each other as part of swarm intelligence.