



**A Interface  
Essencial  
da Engenharia  
de Produção no  
Mundo Corporativo 3**

---

**Cleverson Flôr da Rosa  
João Dallamuta  
(Organizadores)**

---

Cleverson Flôr da Rosa  
João Dallamuta  
(Organizadores)

# A Interface Essencial da Engenharia de Produção no Mundo Corporativo 3

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

| <b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)<br/>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b> |  |
|---|--|
| l61   | <p>A interface essencial da engenharia de produção no mundo corporativo 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Cleverson Flôr da Rosa, João Dallamuta. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Interface Essencial da Engenharia de Produção no Mundo Corporativo; v. 3)</p> <p>Formato: PDF<br/>Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.<br/>Modo de acesso: World Wide Web.<br/>Inclui bibliografia<br/>ISBN 978-85-7247-457-3<br/>DOI 10.22533/at.ed.573190907</p> <p>1. Administração de produção. 2. Engenharia de produção.<br/>3. Gestão da produção. I. Rosa, Cleverson Flôr da. II. Dallamuta, João. III. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p> |
| <b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior   CRB6/2422</b>   |  |

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



## APRESENTAÇÃO

Esta obra, organizada em múltiplos volumes, é composta por pesquisas realizadas por professores de cursos de engenharia e gestão. Optamos por uma abordagem multidisciplinar por acreditarmos que esta é a realidade da pesquisa em nossos dias.

A engenharia de produção é um ramo da engenharia industrial que estuda a tecnologia de processos de produção de natureza industriais, mas que acabam por serem estendidos a outras áreas como serviços e gestão pública. Dada a sua natureza orientada a resolução problemas, a engenharia de produção é fortemente baseada em situações práticas do setor produtivo, característica esta que exploramos nesta obra.

Todos os trabalhos com discussões de resultados e contribuições genuínas em suas áreas de conhecimento. Os organizadores gostariam de agradecer aos autores e editores pelo espírito de parceria e confiança.

Boa leitura

Cleverson Flor da Rosa

João Dallamuta

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....  | <b>1</b>  |
| A EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA COMO FORMA DE DESENVOLVIMENTO DO EMPREENDEDOR   |           |
| Mário Fernando de Mello  |           |
| Luciano de Los Santos Nunes  |           |
| Daian Augusto Pilan Nunes  |           |
| Henrique Zago Cervo  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5731909071</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....  | <b>17</b> |
| A GESTÃO DA INOVAÇÃO NA ERA DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL (INDÚSTRIA 4.0)   |           |
| Ricardo Alexandre Diogo  |           |
| Armando Kolbe Junior   |           |
| Neri dos Santos  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5731909072</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....  | <b>33</b> |
| A IMPORTÂNCIA DO PCNA NO DESEMPENHO DE GRADUANDOS DE ENGENHARIA QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ                        |           |
| Shirley Cristina Cabral Nascimento   |           |
| Laíz Rayanna de Oliveira Gama  |           |
| Edward de Souza Pampolha Júnior  |           |
| Alexandre Guimarães Rodrigues  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5731909073</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....  | <b>45</b> |
| A PERCEPÇÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: DETERMINANTES UTILIZADOS PELOS USUÁRIOS DE HABITAÇÕES UNIFAMILIARES POPULARES    |           |
| Marcelo Alexandre Siqueira De Luca   |           |
| Fabiano Barreto Romanel  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5731909074</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....  | <b>56</b> |
| A QUALIDADE EM SERVIÇOS A FAVOR DA VANTAGEM COMPETITIVA: PRINCIPAIS DETERMINANTES PARA OS PROCESSOS PRIMÁRIOS DE SERVIÇO (PPS) |           |
| Marcelo Alexandre Siqueira De Luca   |           |
| Fabiano Barreto Romanel  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5731909075</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 6</b> .....  | <b>69</b> |
| ANÁLISE DA CORROSÃO SOBRE TENSÃO NO AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO 304   |           |
| Edilange Moreira da Costa  |           |
| Claudio Roberto Silva Junior   |           |
| Gustavo Henrique Andrade Sousa   |           |
| José Ribamar Santos Moraes Filho   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5731909076</b>   |           |

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 7</b> .....   | <b>78</b>  |
| ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A EFICIÊNCIA E EFICÁCIA DO TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS POR ÔNIBUS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO  |            |
| Aldo Eliades Fernández Pérez<br>Hugo Miguel Varela Repolho  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5731909077</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 8</b> .....   | <b>92</b>  |
| ANÁLISE DE IMPLEMENTAÇÃO DA NORMA INTERNACIONAL DE SEGURANÇA DE ALIMENTOS FSSC 22000: UMA INOVAÇÃO CULTURAL   |            |
| Gustavo Henrique Marques<br>Tanatiana Ferreira Guelbert<br>Marcelo Guelbert   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5731909078</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 9</b> .....   | <b>104</b> |
| ANÁLISE DE <i>LAYOUT</i> DOS ALMOXARIFADOS EM UMA ENCARROÇADORA DE ÔNIBUS   |            |
| Thales Henrique Kascher Santos<br>Leandro Reis Muniz  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.5731909079</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 10</b> .....  | <b>120</b> |
| APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO TÊXTIL DO SERTÃO BAIANO   |            |
| Nathaly Silva de Santana<br>Rafael de Azevedo Palhares<br>Arthur Arcelino de Brito<br>Alessandro Jackson Teixeira de Lima<br>Mariana Simião Brasil de Oliveira<br>João Marcos Ferreira de Souza<br>Jonhatan Magno Norte da Silva<br>Victor Hugo Arcelino de Brito<br>Diego de Melo Cavalcanti<br>Ozeas Ferreira da Silva<br>Geyne Lohana Gonçalves Bezerra<br>Diego da Silva Lima<br>Jaine da Cruz Silva<br>Débora Justino dos Santos |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.57319090710</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 11</b> .....  | <b>131</b> |
| APLICAÇÃO DO MAPA DE PROCESSO EM UMA AGROINDÚSTRIA DO SUDOESTE GOIANO PARA MELHORIA DO PROCESSO DE SALSICHAS  |            |
| Darlan Marques da Silva<br>Lalesca Silva Santos<br>Ana Maiara Rodrigues Pereira<br>Ana Luiza Soares Nascimento<br>Gabriel Ribeiro dos Santos  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.57319090711</b>   |            |

**CAPÍTULO 12 ..... 144**

APLICAÇÃO DO *POKA YOKE* PARA MELHORIA DE QUALIDADE NA SEGURANÇA DO TRABALHO:  
UMA REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

Edilange Moreira da Costa  
Claudio Roberto Silva Junior  
Gustavo Henrique Andrade Sousa  
José Ribamar Santos Moraes Filho

**DOI 10.22533/at.ed.57319090712**

**CAPÍTULO 13 ..... 154**

APLICAÇÃO DO *SOFTWARE* WRc STOAT EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS  
RESIDUÁRIAS DE INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Karla Yumi Shingo  
Rafael Montanhini Soares de Oliveira.  
Isabela Bruna de Tavares Machado Bolonhesi  
Thiago Augusto de Moraes  
Tanatiana Ferreira Guelbert

**DOI 10.22533/at.ed.57319090713**

**CAPÍTULO 14 ..... 167**

COMPORTAMENTO MECÂNICO DE COMPÓSITOS VERDES DE MATRIZ EPÓXI/POLIÉSTER  
REFORÇADOS COM LUFFA CYLINDRICA

Bruno Dorneles de Castro  
Claudia Victoria Campos Rubio  
Julia Amaral dos Santos  
Luciano Machado Gomes Vieira  
Juan Carlos Campos Rubio

**DOI 10.22533/at.ed.57319090714**

**CAPÍTULO 15 ..... 180**

CRIAÇÃO DE UM MAKERSPACE PARA ENGENHEIROS EM FORMAÇÃO: RELAÇÃO CUSTO X  
BENEFÍCIO

Lucas Davis Ribeiro de Paula  
Danielle Saranh Galdino Duarte Garcia  
Raquel Ferreira de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.57319090715**

**CAPÍTULO 16 ..... 194**

DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE ESTOQUES NO ALMOXARIFADO DE UMA INSTITUIÇÃO DE  
ENSINO SUPERIOR

Gisleangela Strohschein  
Laura Visintainer Lerman  
Raquel de Abreu Pereira Uhr  
Natália Eloísa Sander

**DOI 10.22533/at.ed.57319090716**



**CAPÍTULO 17 ..... 206**

ESTUDO DE UM DESSALINIZADOR SOLAR DE ÁGUA VISANDO APLICAÇÕES NA ÁREA DE TECNOLOGIA SOCIAL

Mickael Gomes Viana  
Priscylla Ferreira Dos Santos  
Isaú de Souza Alves Junior  
Simone Aparecida de Lima Scaramussa  
Jorge Vieira Dos Santos Junior  
Paulo Mário Machado Araujo

**DOI 10.22533/at.ed.57319090717**

**CAPÍTULO 18 ..... 215**

ANÁLISE QUANTITATIVA DA PERDA DE MASSA POR OXIDAÇÃO EM BARRAS DE AÇO CARBONO CA-50: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO DA CORROSÃO EM CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL/IFS

Francisco Luiz Campos Lopes  
Michael Douglas Santos Monteiro  
Henrique Carvalho Santos Melo  
Luan Martins Siqueira  
Francisco Luiz Gumes Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.57319090718**

**CAPÍTULO 19 ..... 228**

INFRAESTRUTURA CRÍTICA (IEC) NA GESTÃO DE RISCOS: PLANEJAMENTO DE ROTAS ALTERNATIVAS DE EVACUAÇÃO EM SITUAÇÃO DE DESASTRES NATURAIS POR INUNDAÇÕES UTILIZANDO O MODELO DE TRÁFEGO MATSim

Estela da Silva Boiani  
Magda Camargo Lange Ramos  
Graziela Grandó Bresolin  
Júlio César Farias Zilli  
Luana Barcelos da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.57319090719**

**CAPÍTULO 20 ..... 242**

PROPOSTA DE GERENCIAMENTO VISUAL E METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS QRQC APLICADAS NA LOGÍSTICA: ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

Eduardo Villalba  
Alexandre Tadeu Simon  
Renan Stenico de Campos

**DOI 10.22533/at.ed.57319090720**

**CAPÍTULO 21 ..... 256**

UMA ANÁLISE DAS BARREIRAS NA APLICAÇÃO DO LEAN HEALTHCARE EM UM CENTRO DE MATERIAIS E ESTERILIZAÇÃO – CME

Andréia Harter

**DOI 10.22533/at.ed.57319090721**

**CAPÍTULO 22 ..... 268**

GERENCIAMENTO DE PROJETOS NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (PDP) APLICADO NA CONSTRUÇÃO DE UMA AERONAVE PARA COMPETIÇÃO DO AERODESIGN

Edilange Moreira da Costa

Claudio Roberto Silva Junior

Gustavo Henrique Andrade Sousa

José Ribamar Santos Moraes Filho

**DOI 10.22533/at.ed.57319090722**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 279**

## A EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA COMO FORMA DE DESENVOLVIMENTO DO EMPREENDEDOR

### **Mário Fernando de Mello**

Universidade Luterana do Brasil  
Santa Maria - RS

### **Luciano de Los Santos Nunes**

Universidade Luterana do Brasil  
Santa Maria - RS

### **Daian Augusto Pilan Nunes**

Universidade Luterana do Brasil  
Santa Maria - RS

### **Henrique Zago Cervo**

Antonio Meneghetti Faculdade  
Restinga Seca, RS

**RESUMO:** O fechamento de empresas precocemente tem trazido preocupação e discussão em relação aos fatores que influenciam o insucesso de alguns negócios. Empreender é superar muitos desafios e encontrar o caminho para ultrapassar barreiras burocráticas, financeiras e até de conhecimento e habilidades do empreendedor. Neste contexto acredita-se que a educação empreendedora pode ser um caminho para o desenvolvimento do empreendedor buscando a redução das taxas de mortalidade das empresas, que embora segundo pesquisas do SEBRAE, têm diminuído nos últimos anos, ainda são preocupantes. Transformar uma ideia em negócio rentável requer capacidades,

habilidades do empreendedor. Essas capacidades e habilidades requeridas podem ser aprendidas ou desenvolvidas através da educação empreendedora. Assim, o objetivo do presente estudo é demonstrar a importância da educação empreendedora, fazendo uma livre análise sobre o tema pesquisado com a utilização de bibliografia de autores nacionais e internacionais consagrados. Ao final são feitas sugestões dentro de seis grandes razões que justificam a importância da educação empreendedora buscando identificar lacunas que dão margem ao insucesso das empresas sob o ponto de vista do preparo e conhecimento do empreendedor. Desta forma, a preparação do empreendedor para encarar o competitivo mercado qualificará suas habilidades e capacidades tão importantes para superar os desafios.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Educação empreendedora, Empreendedorismo, Fechamento precoce.

**ABSTRACT:** The early closure of companies has brought concern and discussion regarding the factors that influence the failure of some businesses. Undertaking is to overcome many challenges and find the way to overcome bureaucratic, financial and even entrepreneur knowledge and skills. In this context it is believed that entrepreneurship education can

be a way for the development of the entrepreneur seeking to reduce the mortality rates of companies, which according to SEBRAE surveys, have declined in recent years but are still worrying. Turning an idea into profitable business requires entrepreneur skills. These required skills and abilities can be learned or developed through entrepreneurial education. Thus, the objective of the present study is to demonstrate the importance of entrepreneurial education, making a free analysis on the researched subject using the bibliography of consecrated national and international authors. In the end, suggestions are made within six major reasons that justify the importance of entrepreneurship education in order to identify gaps that give rise to the failure of companies from the point of view of the preparation and knowledge of the entrepreneur. In this way, the preparation of the entrepreneur to face the competitive market will qualify their skills and abilities. Aspects which are so important to overcome challenges.

**KEYWORDS:** Entrepreneurial education, entrepreneurship, early closure of companies.

## 1 | INTRODUÇÃO

Para ser empreendedor é preciso superar muitos desafios, pois, transformar o sonho em realidade, ou seja, transformar projetos em ações concretas é um caminho difícil de ser percorrido em função das barreiras que o empreendedor encontra ao longo da jornada. Barreiras burocráticas, financeiras, econômicas, enfim, uma série de obstáculos que muitas vezes desencorajam o empreendedor a tornar seu projeto em realidade.

Um país, um estado ou uma região para se desenvolver é quase imperativo que haja empreendedores. Porém por trás das novas ideias, inerentes ao empreendedorismo, é necessário que haja análise, planejamento estratégico-operacional e capacidade de implementação dessas novas ideias. Por isso, esses elementos são essenciais no desenvolvimento educacional do empreendedor.

Difundido a partir dos anos 1980 o conceito de empreendedorismo tem se intensificado nos últimos anos em razão da certa estabilidade da economia bem como da imposição advinda do fenômeno da globalização. Em contraponto a estas percepções existe também o empreendedorismo por necessidade, onde pessoas que experimentam o desemprego começam a criar novos negócios com pouca ou nenhuma experiência no ramo e assim com grandes chances de insucesso.

Neste contexto disseminar uma educação empreendedora pode ser um caminho para ultrapassar as barreiras com mais conhecimento e competência. É importante que o empreendedor se qualifique e consiga enfrentar as dificuldades, não só com vontade, mas com a convicção de que seu conhecimento o ajudará a atingir seu objetivo.

### 1.1 Problema de pesquisa e objetivos

O empreendedor encontra barreiras burocráticas, financeiras, econômicas,



enfim, uma série de obstáculos ao longo de sua jornada empreendedora. Assim, o problema de pesquisa é: Que razões podem impactar na disseminação da educação empreendedora?

Desta forma, este estudo tem por objetivo principal demonstrar a importância da educação empreendedora para o desenvolvimento das capacidades e habilidades do empresário e por consequência da empresa. Como objetivos específicos:

- a. Fazer uma pesquisa bibliográfica sobre os temas do empreendedorismo e da educação empreendedora;
- b. Fazer uma livre análise sobre os temas pesquisados;
- c. Sugerir razões que sejam importantes para disseminar a educação empreendedora.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão revisitados alguns conceitos e técnicas que embasam teoricamente o presente estudo.

### 2.1 Empreendedorismo e empreendedor

O empreendedorismo, segundo Dornelas (2016) envolve o processo de criação de algo novo, de valor. Requer a devoção o comprometimento de tempo e o esforço necessário para o negócio crescer além da ousadia de assumir riscos e de tomar decisões críticas ao longo do tempo.

Ser empreendedor é um grande desafio. Para Dornelas (2016) o empreendedor é aquele que faz as coisas acontecerem se antecipa aos fatos e tem uma visão futura da organização. Ainda para o mesmo autor o empreendedor é aquele que detecta uma oportunidade e cria um negócio para capitalizar sobre a oportunidade, assumindo riscos calculados. Na Figura 1 Dornelas (2016) recomenda algumas ações para quem quer empreender observar.

Para Dolabela (2008), o empreendedor pode ser considerado o “motor da economia” e por isso um agente de mudanças. Também é um ser social, produto da sua época e lugar onde vive. Sendo assim, a pessoa que vive em um ambiente em que ser empreendedor é algo positivo, terá motivação para criar seu próprio negócio.

| Tema          | Ação   |
|---------------|--|
| Iniciativa    | Iniciativa para criar um novo negócio e paixão pelo que faz.   |
| Racionalidade | Utiliza os recursos disponíveis de forma criativa transformando o ambiente social e econômico onde vive. |
| Desafio       | Aceita assumir riscos e a possibilidade de fracassar.  |

Figura 1 – Aspectos referentes ao empreendedor

Fonte: Adaptado de Dornelas, 2016

Dolabela (2008), ainda destaca que o empreendedorismo é importante para a sociedade, pois cria um crescimento econômico e social dinamizando a economia e trazendo benefícios àquela sociedade. Porém, ressalta Dolabela (2008), a ética no empreendedorismo deve ser respeitada, basicamente pelos seguintes compromissos:

- a. Gerar valor positivo para a coletividade;
- b. Não produzir produtos que poluem ou que causem doenças;
- c. Ter compromisso com a localidade em que atua;
- d. Não basta ter um bom lucro sem contribuir com o bem social do local;
- e. Não ter apenas a proposta de enriquecimento pessoal.

| <b>Tema</b>      | <b>Importância</b>  |
|------------------|---|
| Responsabilidade | O empreendedor é o responsável pelo crescimento econômico e pelo desenvolvimento social de um negócio.                                      |
| Criatividade     | O empreendedor por meio da inovação dinamiza a economia.  |
| Sustentabilidade | O conceito de empreendedorismo trata não só de indivíduos, mas de comunidades, cidades e regiões. Isso implica a ideia de sustentabilidade. |
| Desemprego       | O empreendedorismo é uma forte arma contra o desemprego   |

Figura 2 – Importância do empreendedorismo para a sociedade

Fonte: Adaptado de Dolabela, 2008

Para Dolabela (2008) o empreendedorismo deve ter importância para a sociedade, ou seja, um dos fundamentos do empreendedorismo é o bem-estar coletivo e o espírito comunitário. Na Figura 2 está demonstrada a importância do empreendedorismo para a sociedade, segundo Dolabela (2008).

Segundo Kawasaki (2016) para o empreendedor que cria algo com sentido, seguramente criará também dinheiro. O autor recomenda ao empreendedor que faça a seguinte pergunta a si mesmo: Tem sentido sua empresa?

Destaca Kawasaki (2016) que quando fala em dar sentido a sua empresa não significa apenas convertê-la em uma máquina de fazer dinheiro, prestígio ou poder. Adquirir sentido não significa criar um lugar encantador para trabalhar com comida grátis, sala de recreação ou pista de esportes. Criar sentido significa ajudar a converter o mundo em um lugar melhor, através da contribuição que sua empresa pode dar.

O princípio de um empreendimento, para Kawasaki (2016), pode acontecer por vários motivos. Uma ideia, uma oportunidade, experiência no ramo ou por uma paixão pelo negócio são os principais motivos que levam o empreendedor a começar uma nova empresa. Na Figura 3, Kawasaki (2016) define o ponto ótimo que é a intersecção da experiência, paixão e oportunidade para criar um novo negócio.

Para Kawasaki (2016) esses três fatores são muito relevantes para o sucesso do empreendimento. A experiência é a soma dos conhecimentos e habilidades fundamentais que o empreendedor deve possuir para iniciar o negócio.

Já a oportunidade pode acontecer de duas maneiras: pelo mercado já existente e por um mercado em potencial.



Figura 3: Fatores para alcançar o ponto ótimo

Fonte: Kawasaki, 2016.

Porém, ressalta Kawasaki (2016), existem momentos em que não há como demonstrar se a oportunidade existe. É preciso acreditar que ela existe.

No caso do terceiro fator, a paixão, o mesmo autor diz que é complicado definir se é a paixão que gera êxito ou se é o êxito que gera a paixão. De qualquer forma, alcançar o êxito pode demorar algum tempo e então é melhor ter paixão por aquilo que faz.

Para Casarotto Filho (2011), a decisão de tornar-se empreendedor pode ocorrer, muitas vezes ao acaso. Mesmo assim, planejar e decidir sobre investimentos requer técnica, tendo em vista o complexo campo em que os empreendimentos estão inseridos. Como a nova ordem mundial aponta para cenários de globalização, exige das empresas altos padrões de competitividade. Neste contexto, ressalta Casarotto Filho (2011), o empreendedor deve estar atento a adequações de estratégias e consequentemente projetos que devem ser gerados com modernas técnicas de criação e execução.

Ainda, para Casarotto Filho (2011) este cenário altamente competitivo exige do empreendedor o conhecimento de que as mudanças dos conceitos mercadológicos e dos conceitos de produção acontecem cada vez mais rapidamente. Em função destas mudanças que ocorrem no cenário, segundo Casarotto Filho (2011), os riscos aumentam e a concepção do negócio necessita ser bem projetada, ou seja, o projeto de fábrica deve ser aliado ao projeto de negócio.

## 2.2 Educação empreendedora

A educação, segundo Bolson (2008), é o único caminho para criar uma sociedade mais empreendedora no Brasil. O processo é lento. O potencial empreendedor é

enorme, mas está latente. É hora de criar novos motores para os negócios. É tempo de despertar os jovens para uma nova maneira de viver. É hora de formar uma nova geração de brasileiros. É tempo de disseminar a educação empreendedora desde o ensino fundamental, até o superior.

A importância da educação empreendedora para o desenvolvimento de uma nação tem sido reconhecida, não apenas no Brasil, mas em diversos países do mundo, tendo sido colocada como prioritária nas agendas e debates políticos, econômicos e acadêmicos, incluindo os mais altos níveis de discussão das Nações Unidas (UNCTAD, 2015).

Com esta grande difusão do empreendedorismo sendo realizada com sucesso nos Estados Unidos, e com um notável crescimento econômico que agrada tanto aos empreendedores quanto a sociedade em geral, isto chamou atenção para outros países como China, Rússia e Índia, que também já se mostram atentos a esta mudança e estão dispostos a se adequarem aos novos modelos de formação de empreendedores, até como uma forma de fugirem do subdesenvolvimento que seus países atravessam (SOUZA e GUIMARÃES, 2006).

Lopes e Teixeira (2010) afirmam que uma formação empreendedora enfatiza o uso intenso de metodologias de ensino que permitem aprender fazendo, e se caracteriza por isso, pois o indivíduo se defronta com eventos críticos que o forçam a pensar de maneira diferente, buscando saídas e alternativas, ou seja, aprendendo com a experiência, com o processo.

De acordo com Lopes e Teixeira (2010, p. 26):

O conceito de Educação Empreendedora abrange todos os níveis educacionais, incluindo tanto a concepção mais ampla segundo a qual o ensino promove o desenvolvimento de atitudes e habilidades que não são diretamente relacionadas à criação de novos negócios, quanto uma concepção mais restrita e que focaliza a criação de um negócio.

Na visão de Guerra e Grazziotin (2010), o assunto empreendedorismo deve ser tratado em todos os cursos e em todos os níveis. A dinâmica ambiental em que as organizações estão inseridas não permite mais que os empreendedores administrem da mesma forma que faziam no passado.

Novaes e Gil (2009, p.151) advertem que “as múltiplas manifestações de empreendedorismo indicam a necessidade de novas abordagens acerca do fenômeno empreendedor, que possibilitem o entendimento do processo empreendedor com base na experiência de vida e nas representações das pessoas”.

Dornelas (2016) questiona se é possível ensinar empreendedorismo, pois até alguns anos atrás se acreditava que o empreendedor era inato, ou seja, que nascia com um dom diferenciado e era predestinado ao sucesso nos negócios.

Essa concepção mudou e a cada dia que passa acredita-se, segundo Dornelas (2016), que o processo empreendedor pode ser ensinado e entendido por qualquer indivíduo e que o sucesso pode decorrer de vários fatores. Entre eles destacam-se:



fatores internos ao negócio; fatores externos ao negócio; perfil do empreendedor; como ele administra as adversidades do dia-adia; quais técnicas são utilizadas para gerir o negócio; qual o mercado que o negócio está inserido.

Ainda segundo Dornelas (2016) os empreendedores inatos continuam existindo e muitas vezes podem ser referência aos mais novos, porém a capacitação para novos empreendimentos pode aliar a intuição para o negócio com o aprendizado de técnicas para o empreendedorismo. O mesmo autor destaca que, com certeza, a junção do dom com o ensino de empreendedorismo ajudará na formação de melhores empresários, melhores empresas e na maior geração de riqueza ao país.

Saini (2001) destaca que o empreendedorismo desempenha importante papel na redução da pobreza, porém as classes mais baixas carecem de educação para enfrentar as barreiras que são significativas no processo de empreender.

No contexto brasileiro os níveis de desigualdade social ainda são elevados e as classes mais desfavorecidas têm mais dificuldades na educação. Ressalta ainda o mesmo autor que o crescimento da classe média alta por via do empreendedorismo e vice-versa aumentaria a prosperidade e reduziria as diferenças entre as classes.

Para Audrestsch; Bont; Tamvada (2013) as barreiras de recursos para empreender junto com fatores que limitam o desenvolvimento de uma cultura empreendedora e por consequência uma menor incidência do comportamento empreendedor. As constatações desses autores sugerem que a educação empreendedora ajudaria a romper com muitas barreiras gerando conhecimento útil para empreendedores.

### **2.3 Objetivos da educação empreendedora**

Para Dornelas (2016) entender quais são os objetivos da educação empreendedora é fundamental pois existem diferenças entre universidades ou escolas técnicas. Assim, qualquer curso sobre empreendedorismo, deveria focar em:

- a. Identificação e entendimento das habilidades do empreendedor;
- b. Como ocorre a inovação e o processo empreendedor;
- c. De como ocorre a importância do empreendedorismo para o desenvolvimento econômico;
- d. Em como preparar e utilizar um Plano de Negócios;
- e. Em como identificar fontes de financiamento para o novo negócio;
- f. Em como identificar a obtenção de financiamento para o novo negócio;
- g. Como gerenciar a empresa;
- h. Como fazer a empresa crescer.

| Área                            | Habilidades  |
|---------------------------------|--|
| <b>Técnica</b>                  | Saber escrever;<br>Saber ouvir as pessoas;<br>Saber captar informações;<br>Ser um bom orador;<br>Ser organizado;<br>Saber liderar;<br>Saber trabalhar em equipe;<br>Possuir <i>know-how</i> técnico em sua área de atuação.  |
| <b>Gerencial</b>                | Ter conhecimento na criação, desenvolvimento e gerenciamento de uma nova empresa;<br>Ter conhecimento em marketing;<br>Ter conhecimento em finanças;<br>Ter conhecimento operacional e da produção;<br>Ter conhecimento em técnicas de tomada de decisões; Ter conhecimento em técnicas de negociação; Ter controle sobre as ações da empresa. |
| <b>Características Pessoais</b> | Ser disciplinado;<br>Ter discernimento em assumir riscos;<br>Ser inovador;<br>Ser orientado á mudanças;<br>Ser persistente;<br>Ser um líder visionário.  |

Figura 4 – Habilidades requeridas de um empreendedor

Fonte: Adaptado de Dornelas, 2016.

Destaca Dornelas (2016), que são requeridas habilidades de um empreendedor, que também podem ser adquiridas pela educação empreendedora. Essas habilidades podem ser divididas em três áreas: técnicas, gerenciais e características pessoais. A Figura 4 demonstra essas habilidades. Enfatiza o mesmo autor que a decisão de tornar-se empreendedor pode ser valorizando suas capacidades e habilidades inatas e buscando a complementação com a educação empreendedora. Para Dornelas (2016) o talento sem ideias é como uma semente sem água, ou seja, quando o talento empreendedor é somado às técnicas de empreender, as chances de sucesso aumentam muito. A figura 5 demonstra essas habilidades.

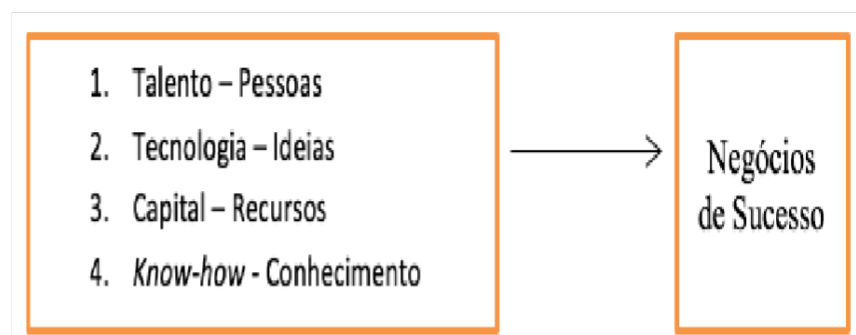


Figura 5 – Fatores críticos para o sucesso econômico

Fonte: Adaptado de Dornelas, 2016

Assim, na visão de Dornelas (2016), convergir em um mesmo ambiente o talento, a tecnologia e o capital fazem a empresa crescer e atingir o sucesso e que, portanto, a educação empreendedora contribui muito para a convergência desses fatores.

Dolabela (2008) aponta algumas razões e objetivos para se disseminar a cultura empreendedora nas escolas e universidades:

- a. Autorrealização: pesquisas indicam que o empreendedorismo oferece elevados graus de realização pessoal, aliando trabalho e prazer;
- b. Favorece a formação de líderes: mesmo que as condições ambientais sejam favoráveis à abertura de novos negócios, será através de sua liderança, capacidade e perfil que irá se disparar o processo de desenvolvimento.
- c. Apoia a formação de micro e pequenas empresas: através da reorientação dos estudos também para essas em detrimento das grandes empresas. Sabe-se que ao focar tais estudos, a escola se aproxima da realidade de muitos dos alunos, influenciando-os.
- d. Amplia a base tecnológica: as empresas de base tecnológicas surgiram no final da década de 20 como uma das principais forças econômicas.
- e. Pesquisadores, professores e alunos de universidades possuem potencial para criação de empreendimentos baseado no conhecimento.
- f. Resposta ao desemprego: demonstrando aos alunos que além dos grandes empregos (na maioria em declínio nas grandes corporações), existe a oportunidade da abertura de novos negócios.

## 2.4 A importância do uso de técnicas para empreender

Segundo Kawasaki (2016) empreender é uma arte, porém não se deve abrir mão de técnicas para chegar mais próximo do sucesso. Muitos empreendedores ficam tão apaixonados pelo seu negócio que muitas vezes não conseguem entender as limitações e acreditam que sempre terão a melhor solução para os problemas da empresa.

Dornelas (2016) ressalta que o bom empreendedor deve reconhecer suas limitações e montar uma equipe de gestão que leve a empresa a se manter competitiva no mercado. Por isso a importância das técnicas para empreender. O mesmo autor destaca que existem quatro grandes áreas de preparação técnica para tornar a ideia do empreendedor em ideia tecnicamente viável. São elas: análises e providências prévias; arquitetura e estrutura; formação de preços, vendas, volume e crescimento e Plano de Negócios.

Por isso, diante da complexidade de empreender esses elementos são imprescindíveis para o empreendedor aumentar suas chances de sucesso no empreendimento.

Segundo Borges (2014) é necessário que o empreendedor tenha ciência da

necessidade e da importância da educação empreendedora. São vários os fatores que influenciam a aprendizagem empreendedora, e alguns estão relacionados aos contatos com a dinâmica do contexto externo e outros, pelo exercício da autopercepção. O empreendedor neste cenário busca aprimoramento contínuo de suas habilidades, tanto práticas como teóricas, o que acarreta em um fortalecimento de seu potencial competitivo.

## 2.5 Sobrevivência das empresas no Brasil

Vários fatores são determinantes para a sobrevivência das empresas no Brasil. Segundo o SEBRAE (2016) fatores como a expansão do PIB; queda do desemprego; queda dos juros; expansão do rendimento médio; expansão do salário mínimo; melhora do ambiente legal (Lei Geral (2006); Simples Nacional (2007) e Criação do MEI (2008/09)) foram determinantes para o acréscimo de seis milhões de novos empreendimentos entre 2009 e 2016.

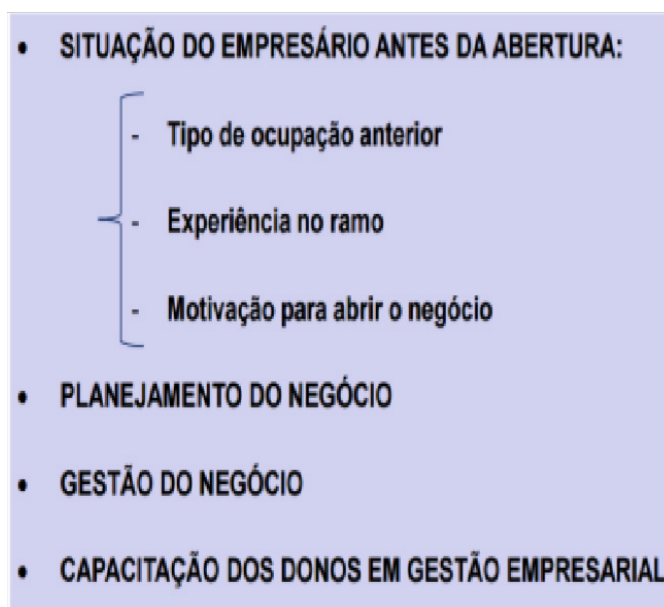


Figura 6 – Fatores contribuintes para sobrevivência/mortalidade de empresas

Fonte: SEBRAE, 2016

Porém esse crescimento vem acompanhado de uma taxa de mortalidade que preocupa. Ainda segundo o SEBRAE (2016) a preparação do futuro empreendedor através de técnicas que propiciam aumento do conhecimento é importante requisito para o sucesso do empreendimento. Na Figura 6 estão demonstrados os fatores contribuintes para a sobrevivência/mortalidade de empresas.

Ainda segundo o SEBRAE (2016), é preocupante a taxa de mortalidade das empresas chamadas ME (microempresas). A figura 7 mostra a taxa de sobrevivência das MEI (Microempreendedor Individual) e das ME (Microempresa) no período de constituição da empresa entre 2008 a 2012. Note-se a alta taxa de mortalidade da ME que chegou a ser de 54% em empresas constituídas em 2009.

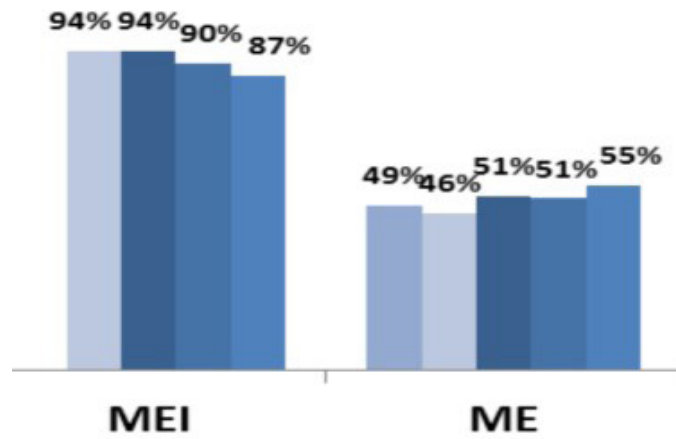


Figura 7 – Taxa de sobrevivência de empresas de dois anos

Fonte: SEBRAE, 2016

Em pesquisa realizada pelo SEBRAE (2016) foi traçado o perfil das 2.000 empresas pesquisadas. A Figura 8 mostra o resultado compilado da pesquisa. Neste contexto, destaca o SEBRAE (2016) são ofertados vários treinamentos aos empreendedores para sua qualificação.

|                                   | Empresas sobreviventes   | Empresas fechadas                                       |
|-----------------------------------|--|---|
| <b>ANTES DA ABERTURA:</b>         | Era empregado no mesmo ramo  | Estava desempregado                                     |
|                                   | Abriu por oportunidade   | Abriu por necessidade                                   |
|                                   | Desejava ter o próprio negócio   | Abriu por exigência de cliente/fornecedor               |
| <b>PLANEJAMENTO/<br/>RECURSOS</b> | Planejou por mais tempo (11 meses) e com mais qualidade  | Planejamento deficiente (8 meses)                       |
|                                   | Negociou prazos com fornecedores   | Não negociou prazos com fornecedores                    |
|                                   | Obteve empréstimo em bancos  | Não obteve empréstimo em bancos                         |
| <b>GESTÃO DO NEGÓCIO</b>          | Aperfeiçoava produtos com frequência   | Não aperfeiçoava produtos                               |
|                                   | Investia na capacitação da mão de obra e dos sócios  | Não investia na capacitação da mão de obra e dos sócios |
|                                   | Estava sempre atualizado com respeito às novas tecnologias do setor                                | Não se atualizava                                       |
|                                   | Acompanhamento rigoroso receitas/despesas  | Não fazia acompanhamento rigoroso receitas/despesas     |
|                                   | Diferenciava produtos e serviços   | Produtos sem diferencial                                |
| <b>CAPACITAÇÃO</b>                | Fez curso para melhorar o conhecimento sobre como administrar um negócio, enquanto tinha a empresa | Não fez nenhum curso sobre gestão do negócio            |

Figura 8 – Perfil das empresas pesquisadas

Fonte: SEBRAE, 2016

### 3 | METODOLOGIA

Quanto aos objetivos este estudo trata-se de uma pesquisa exploratória, que segundo Gil (2008) proporciona uma maior familiaridade com o problema para poder explicitá-lo. O estudo tem caráter de pesquisa bibliográfica, pois, foi desenvolvido com material já elaborado por autores consagrados na temática.

Por outro lado, pode-se também considerar como uma pesquisa documental, pois segundo Gil (2008), os documentos consultados podem ter um tratamento analítico visando o atingimento dos objetivos propostos.

Assim, este estudo se divide em três fases. A primeira fase trata de um estudo e revisão bibliográfica de alguns dos principais autores relativos à temática do empreendedorismo e da educação empreendedora. A segunda fase foi constituída de uma livre análise dos levantamentos da primeira fase gerando uma compilação de dados para subsidiar a terceira fase. Esta, por sua vez, tratou de sugerir algumas razões para disseminar a educação empreendedora, atingindo assim os objetivos propostos pelo presente estudo.

O estudo foi realizado nos meses de fevereiro a junho de 2017.

### 4 | RESULTADOS

Fazendo uma livre análise do referencial teórico estudado e que embasou o presente estudo, chega-se a seis principais razões que são imprescindíveis para disseminar a educação empreendedora. São elas:

#### 4.1 Criando uma cultura empreendedora

A cultura empreendedora representa a essência do empreendedorismo. De fundamental importância, a cultura empreendedora significa ter o perfil empreendedor, gestão empreendedora e também atitudes proativas em relação a empreender. Criar e ampliar esta cultura pode ser papel das universidades e entidades de classe que através de programas de desenvolvimento podem melhorar a capacidade criativa dos empreendedores estabelecendo assim, práticas que ao longo do tempo se transformarão em cultura. Criar estruturas adequadas e reunir essas práticas em arranjos locais pode significar cooperação, integração e inovação fortalecendo de maneira conjunta a cultura e diminuindo as incertezas nas oportunidades de negócio.

Planejamento e estratégias são alicerces da cultura empreendedora para suplantar dificuldades e fortalecer os negócios. Essa cultura empreendedora deve estar enraizada nos indivíduos que almejam serem empreendedores. Cada vez mais sociedade e empresas de todos os tamanhos percebem a importância e a necessidade da cultura empreendedora. Ações isoladas de empreendedorismo, não se constituem em cultura empreendedora, porém, a integração dessas práticas, vão ao longo do tempo formando a cultura empreendedora.



## 4.2 Autorrealização

A busca da autorrealização pode ser evidenciada por “fazer o que gosta”. Relacionada com estima, autonomia, independência e autocontrole a busca da autorrealização é caracterizada por um espírito de aceitação e realidade. Embora o empreendedor necessite de um comportamento exterior espontâneo ao mesmo tempo centrado em regras e expectativas, muitas vezes ser “não convencional” é necessário para que a criatividade possa fluir com simplicidade e naturalidade. O indivíduo produz muito mais e melhor quando “faz o que gosta”. Maslow em sua pirâmide hierárquica de necessidades coloca a autorrealização no topo dessa pirâmide porque ela significa desenvolvimento pessoal e conquistas. Aumentar o próprio nível de desenvolvimento e ter comprometimento pessoal aproxima da autorrealização.

## 4.3 Desenvolvimento social e crescimento econômico

Equilibrar a economia com o desenvolvimento social é uma das grandes questões e desafios do século XXI. Por isso o empreendedor deve ser orientado a buscar este equilíbrio. O crescimento econômico anda de mãos dadas com o desenvolvimento social. Mesmo com conflitos e incertezas no empreender, a sustentabilidade econômica e social depende da superação das desigualdades de renda. Empreendimentos que buscam se fortalecer nos mercados não devem relegar no segundo plano as questões sociais. O empreendedor que consegue este equilíbrio possui um diferencial importante para seu negócio. É importante o empreendedor ter características da liderança sustentável, que também podem ser buscadas na educação empreendedora.

## 4.4 Desemprego

Fechamento de postos de trabalho em decorrência de dificuldades econômicas no país é sempre uma grande ameaça. Mesmo com pequenas melhoras em anos do início desta década um ano apenas, 2015, foi suficiente para aumentar os índices de desemprego, consumindo assim, os pequenos ganhos. Todos os setores normalmente são afetados pelos impactos de crise. Caso isso ocorra, muitos atores envolvidos tomarão iniciativas e se comprometerão com o desencadeamento de novos negócios. Por isso, neste contexto, ter seu próprio negócio é uma alternativa interessante para auxiliar no desenvolvimento social e econômico de onde o empreendedor estiver inserido.

## 4.5 O estudo das oportunidades

No contexto macro empreendedor existem inúmeras oportunidades de negócio. O adequado estudo dessas oportunidades é fundamental para passar do sonho à realidade. Cursos de gestão estratégica, gestão financeira devem ser buscados pelo empreendedor para fortalecer suas decisões. Políticas, procedimentos, normas,

infraestrutura, localização podem facilitar ou inibir o empreendedorismo, por isso conhecer o contexto em que se está inserido, ou que pretende se inserir, não pode ser negligenciado pelo empreendedor. A curiosidade do empreendedor deve estar em evidência. Problemas coletivos podem se transformar em grandes oportunidades de negócios, porém deve-se tomar o cuidado de analisar a necessidade que existe por trás desses problemas. Pessoas não satisfeitas com as ofertas sejam de produtos ou serviços, existentes no mercado normalmente geram oportunidades de novos negócios.

#### **4.6 Elaboração de um plano de negócios**

Feitas as análises e providências prévias, estudo sobre estrutura e a projeção de preços, vendas, volume e crescimento deve-se colocar todas essas informações e agregando outras num documento chamado Plano de Negócios. O Plano de Negócios é um documento que especifica em linguagem escrita um negócio que se quer iniciar ou até mesmo um que já está em andamento. Ele reúne informações tabuladas e escritas de como o negócio deverá ser. Pode-se dizer que sua principal finalidade é estudar a viabilidade de uma ideia de um negócio. O Plano de Negócios pode ser adaptável ao tipo e tamanho do empreendimento que está em estudo, porém uma estrutura básica deve ser observada para garantir que o máximo possível de variáveis esteja sendo analisado.

É consenso entre as boas práticas administrativas que um Plano de Negócios cresce de importância para o empreendedor a fim de definir o que é um bom negócio. Um bom negócio pode ser analisado sob vários aspectos. Do ponto de vista econômico, o bom negócio é aquele que gera lucro e traga retorno sobre o investimento do empreendedor. Ressalte-se aqui que este aspecto é apenas o econômico, mas de relevante importância, pois sem lucro não há empresa que se mantenha.

### **5 | CONCLUSÃO**

Pelas seis grandes razões apontadas, mesmo que o empreendedor tenha a vocação natural para empreender a educação, a busca de conhecimento e qualificação certamente fará a diferença neste mercado tão competitivo. Assim, ter criatividade, assumir riscos, ter planejamento e monitoramento sistemático do mercado cria condições favoráveis para práticas que possam fortalecer o comportamento empreendedor e desta forma a cultura empreendedora.

Na livre análise feita neste estudo, fica clara a importância da educação empreendedora para o desenvolvimento das competências e habilidades dos empreendedores. Isso fica comprovado pelos resultados da pesquisa feita pelo SEBRAE (2016) em função da alta taxa de mortalidade das microempresas demonstrada na Figura 7. Também fica evidente a necessidade de educação empreendedora pelo que foi demonstrada na Figura 8 onde as empresas que não sobreviveram, seus

empresários relataram que não se atualizavam, que não fizeram cursos sobre gestão de negócios e que não investia na capacitação de mão de obra sua e dos sócios. Um dado importante, também mostrado na figura 8, é que nas empresas que não sobreviveram a abertura foi por necessidade do empresário, ou seja, não houve preparação do mesmo para encarar o competitivo mercado.

Neste contexto de constantes desafios é que se apresenta a educação empreendedora para suprir o déficit de conhecimento que o empreendedor possui. Esse talvez seja o grande problema para muitos empreendedores, pois, não estão preparados para superar as barreiras de construir uma empresa no dia-a-dia. Ficou demonstrado pela pesquisa SEBRAE (2016) que um dos motivos da alta taxa de mortalidade das empresas é a falta de atualização e de preparo do empreendedor em gestão de negócios. Esse item aliado à complexidade que é montar e gerir uma empresa justifica a necessidade de uma maior disseminação da educação empreendedora uma vez que através do conhecimento de técnicas para empreender o indivíduo terá muito mais preparo para enfrentar os desafios.

Desta forma, universidades, entidades de classe, autoridades devem perseguir a implementação da educação empreendedora buscando cada vez mais o desenvolvimento do país.

Por fim, mesmo considerando as limitações do presente estudo considera-se atingido o objetivo principal do trabalho que era demonstrar a importância da educação empreendedora para o desenvolvimento do empresário e da empresa, bem como os objetivos específicos de fazer uma livre análise sobre a bibliografia pesquisada e sugerir razões que justifiquem a importância da disseminação da educação empreendedora.

## REFERÊNCIAS

AUDRETSCH, D. B.; BÖNTE, W.; TAMVADA, J. P. *Religion, Social Class, and Entrepreneurial Choice*. *Journal of Business Venturing*, v. 28, p. 774-789, 2013.

BOLSON, E. L. *A educação é o único caminho para criar uma sociedade mais empreendedora no Brasil*. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/mobile/artigos/negocios/educacaoempreendedora/786/ndedora/786/>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

BORGES, C. *Empreendedorismo sustentável* / organização Candido Borges – 1. ed. – São Paulo: Saraiva, 2014.

CASAROTTO FILHO, N. *Elaboração de projetos empresariais: análise estratégica, estudo de viabilidade e plano de negócio*. 1. ed. – 3. reimpr. – São Paulo: Atlas, 2011.

DOLABELA, F. *O segredo de Luísa*. Rio de Janeiro: Sextante, 2008.

DOLABELA, F. *Oficina do empreendedor*. Rio de Janeiro: Sextante, 2008.

DORNELAS J.C.A. *Empreendedorismo: transformando ideias em negócios*. 6. ed – Rio de Janeiro: Atlas, 2016.

GUERRA, M. J.; GRAZZIOTIN, Z J. **Educação empreendedora nas universidades brasileiras**. In: Lopes, R.M.A. *Educação empreendedora: conceitos, modelos e práticas*. Rio de Janeiro: Elsevier; São Paulo: Sebrae.2010. p. 67-84.

KAWASAKI, G. **El arte de empezar 2.0: la guía definitiva para empezar cualquier negocio del mundo 2.0**. – 1.ed. – Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Paidós, 2016.

LAVIERI, C. **Educação Empreendedora** In: Lopes, R. M. A. (Org.). *Educação empreendedora: conceitos, modelos e práticas*. São Paulo: SEBRAE, 2010.

LOPES, R.M.A.; TEIXEIRA, M.A.A. **Educação empreendedora no ensino fundamental**. In: Lopes, R.M.A. (Org.). *Educação empreendedora: conceitos, modelos e práticas*. Rio de Janeiro: Elsevier: São Paulo: Sebrae, 2010.

NOVAES, M.B.C.; GIL, A. C. **A pesquisa-ação participante como estratégia metodológica para o estudo do empreendedorismo social em administração de empresas**. RAM, Rev. Adm. Mackenzie (Online), São Paulo, vol. 10, n. 1, fev. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S167869712008000500006&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167869712008000500006&lng=pt&nrm=iso&tlng=en)>. Acesso em: 26 abr. 2017.

SAINI, J. S. **Economic Development and Entrepreneurship**. In: SAINI, J. S.; GURJAR, B. R. (eds.). *Entrepreneurship and Education Challenges and Strategies*. Jaipur: Rawat Publications. 2001.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Sobrevivência das empresas no Brasil**. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/sobrevivencia-dasempresas-no-brasil-relatorio-apresentacao-2016.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

SOUZA, E.C.L.; GUIMARÃES T.A. **Empreendedorismo além do plano de negócio**. São Paulo: Atlas, 2006.

UNCTAD Secretariat. *Division on Investment and Enterprise: Results and Impact – Report 2015*, United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), Geneva. Disponível em: <[http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/diae2015d1\\_en.pdf](http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/diae2015d1_en.pdf)>. Acesso em: 01 de jun. de 2016.

## A GESTÃO DA INOVAÇÃO NA ERA DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL (INDÚSTRIA 4.0)

**Ricardo Alexandre Diogo**

(PUCPR) - Curitiba - PR

**Armando Kolbe Junior**

(Uninter) - Curitiba - PR

**Neri dos Santos**

(UFSC) - Florianópolis - SC

**RESUMO:** A evolução das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) traz presente um problema: a definição de processos de gestão da inovação provocada pela Transformação Digital que ocorre nas organizações. Ainda que as organizações não tenham sido pegadas de surpresa, muitas delas não se prepararam a contento com o estabelecimento de planos de gestão adequados para que a adaptação da empresa pudesse ser feita com um mínimo de problemas. O estado evolutivo das TDIC traz diversas inovações nos processos produtivos, serviços e produtos. Contudo, são poucos os registros de como são realizadas a gestão de inovação e a gestão do conhecimento. Sendo assim, este trabalho tem o objetivo de realizar um estudo de como tem sido realizada a gestão de inovação no contexto da Indústria 4.0, através de pesquisas bibliográficas. A fonte de consultas a ser utilizada está baseada nos artigos disponíveis na base de dados Scopus, com combinação da transformação digital e a gestão da inovação.

O resultado pretende ser qualitativo, mas que apresente a importância da aceitação de um viés tecnológico, considerando que os nove pilares de sustentação da Indústria 4.0 se apoiam em evoluções tecnológicas em diferentes áreas do conhecimento. O estudo desenvolvido pretende apresentar conclusões que colaborem com as formas de gestão dos processos de inovação. O tempo e recursos aplicados colocam algumas limitações que devem ser consideradas, mas sem que provoquem a apresentação de visões minimalistas sobre o efeito que cada um dos pilares de sustentação da indústria 4.0 podem ocasionar nos procedimentos das organizações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indústria 4.0; Transformação Digital; Manufatura Avançada; 4ª Revolução Industrial; Fábricas Inteligentes; Gestão do Conhecimento; Gestão da Inovação.

### INNOVATION MANAGEMENT IN THE DIGITAL TRANSFORMATION ERA (INDUSTRY 4.0)

**ABSTRACT:** The evolution of Digital Information and Communication Technologies (DICT) presents a problem: the definition of innovation management processes provoked by Digital Transformation that occurs in organizations. Although the organizations were not taken by surprise, many of them did not prepare

themselves to the satisfaction with the establishment of adequate plans of management so that the adaptation of the company could be done with a minimum of problems. The evolutionary state of the DICT brings several innovations in the production processes, services and products. However, there are few records of how innovation management and knowledge management are performed. Thus, this work has the objective of conducting a study of how innovation management has been carried out in the context of Industry 4.0, through bibliographical research. The source of the queries to be used is based on the articles available in the Scopus database, with a combination of digital transformation and innovation management. The result is to be qualitative, but to show the importance of accepting a technological bias, considering that the nine pillars of support of Industry 4.0 are based on technological developments in different areas of knowledge. The study aims to present conclusions that collaborate with the management of innovation processes. The time and resources applied present some limitations that must be considered, but without provoking the presentation of minimalist visions on the effect that each one of the pillars of sustentation of the industry 4.0 can cause in the procedures of the organizations.

**KEYWORDS:** Industry 4.0; Digital Transformation, Advanced Manufacturing, 4<sup>th</sup> Industrial Revolution, Smart Factories, Knowledge Management, Innovation Management.

## 1 | INTRODUÇÃO

A preocupação resultante da observação de que os processos de inovação tomam assento definitivo nas áreas tecnológica e administrativa, e assumem espaço de destaque, foi o motivador que levou os autores ao desenvolvimento dessa pesquisa. A proposta visa estudar uma forma de gestão de novos ambientes envolvidos em um processo de inovação constante. É uma proposta que está de acordo com a visão de Lichtenthaler (2017) que considera necessária a inovação de valor integrado que orienta para adoção da inovação em três diferentes vertentes: a dimensão do produto, a dimensão da cadeia de valor e a dimensão de grupos, como elementos que devem estar sujeitos a um processo de gestão diferenciado.

A base de apoio é analisar processos de gestão que permitam a evolução, baseada em nove pilares que dão sustentação à Indústria 4.0: análise dos dados e big data; robótica; simulação; sistemas de integração vertical e horizontal; internet das coisas; segurança cibernética; computação em nuvem; manufatura aditiva e; realidade aumentada. Lavrin, Zelko e Oravcová (2013) pontuam como aspectos de destaque neste contexto o surgimento de fábricas inteligentes, que contam com o apoio de tecnologias digitais, citando entre elas, o uso da computação em nuvem e da realidade virtual. Os autores apontam para a importância da inovação contar com o concurso de tecnologias inteligentes que podem levar a obtenção de melhorias de novos produtos desenvolvidos na ótica de unidades de negócio criadas segundo os



paradigmas da Indústria 4.0. Os pesquisadores foram chamados a desenvolver um trabalho de pesquisa que parte da premissa que a inovação é um dos temas mais discutidos no mundo dos negócios na atualidade.

A evolução deixa de ser apenas incremental em uma linha reta ascendente e passa a atuar como propugnado por Batista de Araujo e Ferreira Junior (2018), em uma linha da destruição criativa similar àquela trabalhada por Schumpeter e relatada por Mota (2016). O termo é atualmente nomeado como disrupção em diferentes ambientes, onde a inovação se efetua segundo a visão de Kim e Mauborgne (2018), na utilização da estratégia do oceano azul, que coloca na inovação a busca da singularidade que pode lhe dar maior competitividade no mercado contemporâneo. Os efeitos extensivos e intensivos dos impactos sociais causados pela adoção dessas tecnologias evolutivas e disruptivas, recomenda orientar o estudo do processo de gestão com cuidados sociológicos, como propugnado por Feenberg (2014). A busca de alternativas para tornar a empresa mais eficiente, competitiva e pioneira em mercados altamente autofágicos, como se mostram os diferentes nichos de mercado na atualidade, recomenda tal linha de ação. Na maioria dos casos a inovação não acontece por geração instantânea, a menos de raros casos de insight. Ela pode ser considerada como o resultado de muito esforço que para ser bem direcionado, necessita de atividades de gestão bem desenvolvidas. Todos os trabalhos inovadores são criados a partir de um primeiro momento: o momento da indagação. É ela, quando casa com os interesses do pesquisador, a responsável. Esta consideração joga parte da responsabilidade pelo sucesso da iniciativa, em fazer a pergunta ou conjunto de perguntas mais corretas.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Gestão da Inovação

Na atualidade, a área da inovação sobrevive, pelo menos neste estágio inicial, dos argumentos de autoridade, devido a haver pouco material de suporte técnico e teórico, sobre algum tema específico, que está em processo inovador. Souza (2016) aponta que a sobrevivência das organizações está diretamente relacionada com a sua capacidade de inovar e trabalhar com equipes altamente motivadas. Evans (2016) considera ser necessária a presença de profissionais de TI nas equipes multidisciplinares montadas para efetivar a proposta aqui apresentada, considerando que eles devem, para além da expertise tecnológica, apresentar condições de aliar capacidades de gestão. Sabri, Micheli e Nuur (2018) consideram que antes da efetivação do processo é necessário que os participantes da Transformação Digital tenham uma melhor compreensão do impacto da implementação da inovação recomendada com uma visão holística, de forma a permitir uma análise mais realista do negócio. Almeida (2017) destaca a importância



de um trabalho prévio de preparação das empresas para a constância da inovação nas tecnologias, para que atividades de gestão sejam tomadas aliando à inovação, o incentivo à criatividade e iniciativa dos profissionais envolvidos. O colunista trabalha sobre um dos principais tomos utilizados como material de estudos, produzidos pela HBR – Harvard Business School, voltados para dar o destaque da criatividade como um dos principais motores para efetivação da inovação, na criação de novos projetos de gestão para as organizações. Diniz (s. d.) em seus trabalhos traz a conceituação da gestão 360° como a inovação em sentido amplo, incluindo melhorias e desenvolvimento de produtos, serviços, processos, mercados e estrutura organizacional. Sua efetivação exige saber identificar, priorizar e conduzir projetos de inovação na empresa com base em critérios técnicos, financeiros, mercadológicos e de sustentabilidade e assimilar técnicas de gerenciamento de projetos. Marchesini (2018) considera que um projeto de inovação, desenvolvido no contexto em foco neste trabalho, integra economia, filosofia e psicologia, com uma proposta de sustentabilidade no processo inovador. A autora considera, ainda, que a gestão dos processos de inovação deve trabalhar imersa em uma visão sistêmica que permita aos gestores a visão da empresa como um todo, com uma proposta firme de integração dos colaboradores na estratégia organizacional, com recomendações para que as organizações reconheçam a necessidade da participação dos colaboradores, o que somente podem obter de forma completa com uma proposta de valorização do colaborador como capital intelectual de inestimável valor.

Em todas as propostas é possível observar a eliminação de visões lineares e cartesianas, ainda possíveis de serem observadas em um contexto social que apresenta a necessidade urgente da emergência de uma nova visão sistêmica, circular e inclusiva, de forma a favorecer como estímulo aos processos criatividade e inovação individual, coletiva e nas organizações. É possível observar uma linha convergente, que destaca, em ambientes enriquecidos com a tecnologia, a necessidade de estabelecimento de um processo de gestão da inovação em termos amplos. Quando é possível observar esta convergência de pensamento em um mercado altamente competitivo, fica evidenciada a necessidade de trabalhos diferenciados. A pesquisa toma para si esta proposta e vai inquirir novas formas de estabelecimento de processos de gestão capazes de racionalizar os trabalhos desenvolvidos nos ambientes com as características dos que aqui estão sendo foco de estudos.

## 2.2 Transformação Digital

A Transformação Digital é um termo adotado pelo governo brasileiro (BRASIL, 2017) e pela Sociedade Internacional de Automação (ISA, [s.d.]), mas também conhecida como Indústria 4.0. É considerada a 4ª Revolução Industrial (LYDON, 2016), que promove inovação, com a inserção dos sistemas ciber-físicos (CPS), modernizando a indústria, através da automação holística e integração as funções de produção e negócios além das fronteiras da organização.

A Transformação Digital, ou Indústria 4.0, teve sua origem na Alemanha em

2006, através de um plano estratégico para alta tecnologia, que 4 anos mais tarde, se tornou a “Iniciativa Estratégica de Alta Tecnologia para 2020”, com o objetivo de definir a visão de uma indústria integrada. O produto final foi um relatório com as Recomendações para a Implementação da Iniciativa Estratégica da Indústria 4.0 (HENNING, KAGERMANN. WOLFGANG, WAHLSTER. JOHANNES, 2013). Em outras partes do mundo também há iniciativas, como na China, que possui o programa “*Made in China 2025*” (WUEBBEKE et al., 2016). Já o Japão tem a chamada “*Industry Value Chain Initiative*” (IVI, 2018). E nos Estados Unidos há a Aliança de Liderança para a Manufatura Inteligente (SMART MANUFACTURING LEADERSHIP COALITION, 2012). Todas têm o objetivo de alavancar a tecnologia em seus países, não somente na indústria, mas também na saúde, educação, serviços e transportes. Ou seja, é preciso inovar.

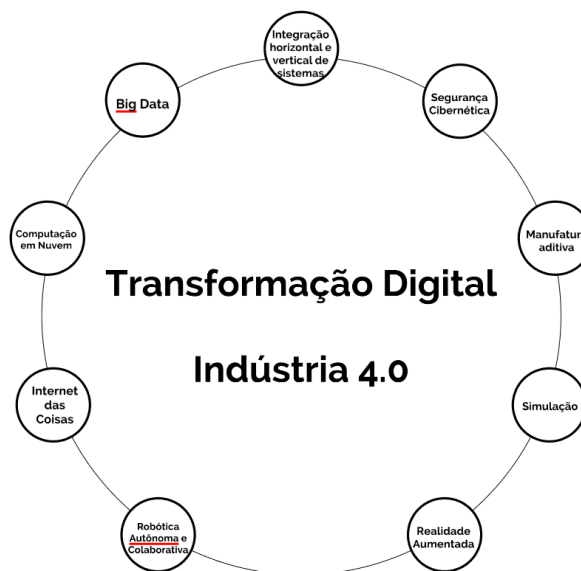


Figura 1 – Os 9 pilares da Indústria 4.0 (Adaptado de LYDON, 2016).

Já no Brasil, trabalhos efetivos sobre a Transformação Digital iniciaram apenas em 2016 (BRASIL, 2016). No ano seguinte, um Grupo de Trabalho Interministerial foi formado, que traçou uma estratégia para a Transformação Digital no país (BRASIL, 2017), que se resume a informar as áreas em que devem haver investimentos. Atualmente, há movimento para retomada da indústria brasileira através da “Agenda brasileira para a Indústria 4.0” (BRASIL, 2018). Tal agenda aponta que a indústria brasileira representa menos de 10% do PIB e que nos últimos 10 anos a produtividade industrial caiu 7%, fazendo que o país despencasse do 5º para o 29º lugar na indústria de manufatura. Conseqüentemente, o Brasil ocupa apenas o 69º lugar no IGI.

Nas “Recomendações para a Implementação da Iniciativa Estratégica da Indústria 4.0” (HENNING, KAGERMANN. WOLFGANG, WAHLSTER. JOHANNES, 2013), estão presentes o desenvolvimento de tecnologias para Internet das Coisas (IoT), as comunicações e os serviços web para a manufatura. Além disso, o relatório

aponta que as fábricas precisam se modernizar para se tornarem inteligentes, através da automação holística. E ainda, a atualização deve abranger a logística interna e externa, o setor de marketing e de serviços, o que leva a integração das funções de produção e negócios além das fronteiras das organizações.

Contudo, não são apenas os CPS que marcam a 4ª Revolução Industrial. A TD é suportada por nove pilares (LYDON, 2016; RÜBMANN et al., 2015), que podem ser vistos na Figura 1: Robótica Autônoma e Colaborativa, Internet da Coisas (IoT), Computação em Nuvem, *Big Data*, Integração horizontal e vertical de sistemas, Segurança Cibernética, Manufatura aditiva, Simulação e Realidade Aumentada. Percebe-se que os nove pilares são tecnológicos, portanto, promovendo a inovação tecnológica das organizações, mas não se resumindo a isso. É fato concluir que a inovação tecnológica afeta os oito campos que devem ser considerados, segundo Gerberich (2017): produto, processo, serviços, vendas, cadeia de suprimentos, marca, organização, modelo de negócios.

### 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A busca de referências seguras orientou um direcionamento para o banco de dados Scopus, considerada a maior base de dados de resumos e citações da literatura com revisão por pares: revistas científicas, livros, processos de congressos e publicações do setor (ELSEVIER, 2015). Esta orientação leva a desenvolver o trabalho como um ensaio que, segundo orientações obtidas no site literatura acadêmica (s. d.) representa a apresentação de um texto de caráter crítico sobre certo debate ou questionamento de ordem científica. Ele será apresentado na forma discursiva, no sentido de mostrar o posicionamento e reflexões desenvolvidas pelos autores e as mudanças que ocorreram em convicções anteriores. O posicionamento inicial é a verificação da hipótese que considera que um processo de gestão diferenciado, com apoio da tecnologia, mas com visão humanística de sua utilização, para evitar impactos desnecessários no tecido social, pode apresentar elevado nível de eficácia. O insumo para a colocação das opiniões dos autores do trabalho será a coleta desenvolvida na forma de pesquisa bibliográfica (SIGNIFICADOS, 2018) considerada a etapa inicial de todo o trabalho científico ou acadêmico, como está caracterizada a pesquisa desenvolvida. O material coletado na base de dados Scopus será, então, considerado como fontes secundárias que dão sustentação teórica ao tema e permite a escolha da metodologia a ser adotada, como um enfoque dialético, que parte da desconstrução do fenômeno observado e a sua reconstrução, segundo as formas de gestão que serão sugeridas nos capítulos seguintes. Esta visão é mais condizente com uma realidade inovadora, na qual os conhecimentos ainda não estão devidamente sedimentados. O material coletado deverá ser lido, analisado e interpretado e utilizado como referencial teórico de sustentação, seguindo uma linha única que irá evitar a adoção de linhas

conflitantes que podem invalidar as conclusões apresentadas. Cada um dos nove pilares de sustentação da Indústria 4.0 serão apresentados em uma visão macro, minimalista, sendo a parte mais detalhada do projeto, a comprovação do impacto que pode advir em detrimento de um estado de bem-estar social (welfare state). A partir daí se pretende confirmar a hipótese que atua como ponto de partida para o trabalho, de que um processo de gestão, adotado com características humanistas pode dar maior consistência sociológica, filosófica, tecnológica em processos de gestão que, ainda que trabalhem em um campo de alta tecnologia, podem ser direcionados de acordo com perspectivas humanistas, perfil adotado pelos autores. É importante considerar e inserir nesta visão metodológica proposta para o trabalho a questão da liderança digital, como vantagem competitiva e que pode dar para a organização elevado nível de vantagem competitiva em um mercado em ebulição. Esta proposta é assinalada por Wasono e Furinto (2018) quando os autores constatam que a proposta da Indústria 4.0 traz embutida em seu cerne a disrupção dos ambientes, o que exige a liderança digital, que pode ter, em alguns casos, mais importância que o processo de gestão digital em foco.

A apresentação do trabalho final será baseada nas recomendações contidas nas normas brasileiras da ABNT que propugnam que a forma mais correta de apresentação para apresentação de ensaios seja posta como um artigo de opinião, no qual os pesquisadores têm a possibilidade de colocar de forma ressaltada os seus pontos de vista sobre o assunto em discussão. O resultado final tem como objetivo apresentar processos de gestão de ambientes inovadores e disruptivos que apresentam análise e contribuição efetiva para o meio acadêmico; apresente resultados de forma clara; desenvolva um fechamento consistente; faça com que suas conclusões apresentem o resultado de cada tópico elegido como importante na pesquisa; apresente conclusão consistente e; deixe claramente especificadas melhorias e recomendações para próximas pesquisas a serem desenvolvidas sobre o tema, na esteira dos resultados deste trabalho.

Como uma transformação implica em inovação e, conseqüentemente, na sua gestão, pretende-se estudar como a Gestão de Inovação é tratada no contexto da Indústria 4.0. Contudo, verifica-se que pouco tem se publicado a respeito do relacionamento entre a Transformação Digital com a Gestão de Inovação, principalmente no Brasil.

### **3.1 Descrição**

Usando a base de dados Scopus, pouquíssimos trabalhos foram encontrados, usando os termos “Industry 4.0” e “Innovation Management” (BITZER; VIELHABER; KASPAR, 2016; CAPELLO; KROLL, 2016; GERBERICH, 2017) more and more companies are facing the need of a transformation from a pure part or component manufacturer to a system provider. At the same time products - parts, components

and systems - are shifting from pure mechanical design to a systems design, including electric/electronic and software. Together with trends mainly known as Internet of Things, Industrial Internet or Industry 4.0 the industrial market requires a higher level of interoperability of designed products to be addressed by the product development process. Product Lifecycle Management (PLM. Porém, se forem usados os sinônimos de Indústria 4.0, como Transformação Digital, Manufatura Avançada, 4ª Revolução Industrial e Fábricas Inteligentes, mais alguns trabalhos são encontrados (BÖHL; HOFFMANN; AHLEMANN, 2016; FAZLI, 2018; JUANOLA-FELIU et al., 2012; KAIVO-OJA et al., 2014; LICHTENTHALER, 2017; WASONO; FURINTO, 2018; WEBER; BUTSCHAN; HEIDENREICH, 2017). Após esse estudo, espera-se encontrar as práticas de Gestão de Inovação utilizadas, quando se considera a Transformação Digital. Como complemento a este referencial teórico é necessário incluir a compreensão de Böhl, Hoffmann e Ahlemann (2016) quanto apontam e estudam diferentes ferramentas tecnológicas, consideradas como úteis para que os resultados esperados venham a ser alcançados. A colocação de casos demonstrativos inclui, como citado por Juanola-Feliu et al., (2012) que ao apresentar bons resultados, aponta para expansão das experiências para uso das tecnologias vestíveis (wearable technologies) orientando sua utilização em outras áreas, em particular a biologia, medicina, física, química, biologia, telecomunicações, entre outras que ainda irão aguardar que esta evolução chegue aos seus campos de conhecimento, com inovações propostas que, da mesma forma, irão exigir o estabelecimento de um processo de gestão diferenciado. A crítica recente e uma perspectiva da proibição de fabricação de armas pelas impressoras 3D, trazem também esta tecnologia ao centro dos estudos. Kaivo-Oja et al., (2014) consideram esta tecnologia como exponencial, ou seja, capaz de provocar grandes mudanças nos contextos nos quais venha a ser aplicada. São as situações que podem ser atualmente identificadas. As previsões neste campo não são colocadas em base superior a antevisão do que irá acontecer nos próximos meses ou nas próximas semanas, o que orienta no sentido que o processo de gestão da inovação tecnológica ganhe estudos e pesquisas aprofundadas.

#### 4 | RESULTADOS

Como análise inicial, é possível dizer que com a quantidade de referências usadas, um dos pilares da Indústria 4.0 não foi encontrado: o de segurança cibernética. Como a Transformação Digital aponta para que tudo esteja conectado e integrado, há forte preocupação nesse sentido, quanto a proteção do conhecimento organizacional. Não para evitar compartilhamento, mas sim quanto a manutenção do conhecimento e a sua integridade. Wood (2017) sugere passos para que haja segurança cibernética, contudo, para grandes organizações.

Os outros oito pilares são citados como tecnologias avançadas que promovem inovação de produtos, processos e serviços. Com isso, a gestão da inovação deve

estar presente, pois essas tecnologias, não só alteram produtos, processos e serviços, mas também conduzem a inovação em outros campos, como vendas, cadeia de suprimentos, marca, estrutura organizacional e modelos de negócios (GERBERICH, 2017).

Contudo, a análise da literatura pesquisada propõe alguns tópicos que devem ser discutidos, levando em consideração a Gestão da Inovação no contexto da Transformação Digital. Dentre eles, se destacaram a forma como as indústrias de processos e de manufatura estão sendo afetadas pela inovação imposta pela Indústria 4.0, incluindo a arquitetura de gestão da informação, ou seja, os Sistemas de Informação e as Tecnologias de Informação. Outro ponto relevante é como a cadeia de suprimentos pode ser melhorada com a inserção de tecnologias e métodos inovadores nos processos. Dessa forma, as empresas estão se reorganizando e, conseqüentemente, tendo que lidar com as competências dos colaboradores, e com novos modelos e negócios. Por fim, outro resultado encontrado na pesquisa da literatura está relacionado a gestão da inovação no processo de pesquisa e desenvolvimento, envolvendo o mercado e as instituições de pesquisa.

#### **4.1 A gestão da inovação na indústria de processos e de manufatura**

A publicação de Lavrin, Zelko e Oravcová (2013) mostra que há poucas soluções de gestão da inovação para o campo de recursos minerais. Sendo assim, os autores buscaram por inovações de processamento de matérias-primas minerais, para melhor aproveitamento dos recursos, inclusive usando o material de produtos em fim do ciclo de vida, favorecendo o reuso e a reciclagem, sem se esquecer da redução dos custos. Os autores também apontaram a necessidade de projeto de plantas para processamento adaptativo de minerais, reconhecendo automaticamente diferentes composições e com capacidade de adaptação para tal variabilidade. Isso aponta para a necessidade da indústria de processos buscar pelo uso de sensores inteligentes para a extração e processamento, incluindo a melhoria da arquitetura de informação e automação para toda a planta de produção. De certa forma, há uma correlação com o com dois pilares da Indústria 4.0: a IoT e a Integração de Sistemas. Isto porque a implementação de uma fábrica digital requer interoperabilidade de vários sistemas, sejam softwares ou hardwares. Mas isso leva ao uso de mais dois pilares, a computação em nuvem e a análise dos dados (Big Data). A primeira se justifica dadas as proporções de uma planta de mineração e a arquitetura distribuída dos sensores inteligentes. Já a segunda se torna essencial, pois é preciso extrair conhecimento da imensidão dos dados gerados.

Minas e fábricas de recursos minerais necessitam de tecnologias de manufatura digital. Por exemplo, PLM, gerenciamento de dados, ferramentas digitais para engenharia, como a Realidade Virtual, outro pilar da Indústria 4.0, e engenharia avançada para processamento. Destacam-se a integração de ferramentas inovadoras e digitais como o uso de sensores para identificação e localização de objetos da planta e tecnologias avançadas para DTIC, que permitem a integração e simulação de



sistemas.

Contudo, percebe-se na publicação de Lavrin, Zelko e Oravcová (2013) que não basta inovar com tecnologias, como a inclusão de inteligência nos processos e produtos para extrair informação, pois há alteração na forma como os processos são conduzidos. O projeto de produtos e processos passam a ser integrados por metodologias de projetos concorrentes e flexíveis, incluindo modelagem e simulação. Isso traz a Gestão da Inovação para a redução de custos essenciais: o de materiais e os de processamento. A redução de custo de material neste contexto significa qualquer tentativa de reduzir o custo de matérias-primas através de atividades como engenharia de valor, produção enxuta, atualização de tecnologias, benchmarking competitivo, racionalização de peças, mudança de embalagens, melhoria da logística, e outros. A melhoria de produtividade significa modificação de qualquer processo, como um processo de fabricação principal ou como um processo de suporte, como manuseio de materiais. Ou seja, a gestão da inovação, envolvendo sistemas de gestão do conhecimento, desde que uma boa parte do conhecimento já esteja disponível para acesso rápido e fácil, tem muito a colaborar com a Transformação Digital das indústrias de processo de recursos minerais.

Já para a indústria de manufatura, Kaivo-Oja et al. (2014) apresentam os desafios para a implementação das tecnologias de impressão 3D. Eles relatam sobre o impacto da manufatura aditiva nos negócios, pois há geração de novos clientes, bem como novos nichos de mercado e novas estruturas organizacionais para gerir as organizações. Portanto, os autores sugerem que os grandes pontos de interrogação no contexto da política de ciência, tecnologia e inovação, quando se trata de impressão 3D são:

- a. Situação inicial atual, competência existente e lacunas de habilidades;
- b. incertezas do potencial de eficiência existente;
- c. viabilidade de tecnologias para manufatura aditiva;
- d. modelo de gerenciamento de transição e caminho associado;
- e. restrições legais;
- f. riscos e ameaças associados a sistemas e tecnologias de manufatura aditiva.

## **4.2 A gestão da inovação na cadeia de suprimentos**

Sabri, Micheli e Nuur (2018) focam na implementação da inovação na cadeia de suprimentos, no contexto da Transformação Digital. Mas também apontam que a inovação em processos é causada pela digitalização, com inserção de alguns pilares da Indústria 4.0, causando inovações radicais e incrementais na cadeia de suprimentos, o que requer uma mudança de mentalidade em como a cadeia de suprimentos é



configurada e como suas funções serão gerenciadas, pois as empresas precisam lidar com a introdução de inovações tecnológicas, como, por exemplo, a realidade aumentada, a Internet das Coisas e a manufatura aditiva.

As inovações na cadeia de suprimentos estão relacionadas ao desenvolvimento de novos produtos, lançamento de novos produtos, projeto de produtos, alterações do produto, melhoria contínua, introdução de novos processos, propriedade intelectual e patentes. Uma melhor compreensão do impacto da implementação da inovação, a partir de uma perspectiva holística, é, portanto, necessária. Ao fazer isso, será possível mitigar quaisquer riscos que possam se propagar ao longo da cadeia de suprimentos. Além disso, essa perspectiva holística fornecerá uma análise mais realista do impacto tangível da implementação da inovação, que pode levar a uma melhor gestão da inovação ao longo das diferentes fases da cadeia de suprimentos.

### 4.3 A gestão da inovação nos modelos de negócio

Fazli (2018) apresentou um modelo para criar uma estratégia para a Transformação Digital. Para tanto, o autor precisou ter uma visão holística para considerar a nova posição dos clientes. A experiência prática com o modelo mostrou a necessidade de extensas atividades de informação e orientação para entender a natureza complexa da Transformação Digital e construir uma base sólida para gerenciar as mudanças necessárias. Basicamente, o modelo usa o design thinking para a inovação, quando se fala em Transformação Digital, composto de 5 fases:

- a. análise dos stakeholders: que inclui mercado, capacidades dos colaboradores internos, parcerias e outros;
- b. análise de necessidades: dos clientes, verificando quem são e quem serão e, também, quem não serão. A Transformação Digital usa a tecnologia para atender a esse público;
- c. definição de mercado-alvo: ou seja, definição de metas, definição da proposta de valor;
- d. geração de ideias: com brainstorm e identificação de tecnologias para a Transformação Digital;
- e. classificação: avaliação das ideias para atingir as metas, em uma estratégia para a Transformação Digital.

Por outro lado, Lichtenthaler (2017) fala da inovação em valor compartilhado, para conectar a competitividade com objetivos sociais no contexto da Transformação Digital. O autor coloca que a inovação de valor compartilhado está agrupada em 3 blocos: a dimensão de produto, a dimensão da cadeia de valor e a dimensão de grupos. Na primeira está a inovação de produto e de serviço. Na segunda, a inovação de processo e de modelo de negócios. E na última, a inovação organizacional e de gestão. A partir daí, propõe passos para a implementação que são: a consciência

estratégica, a análise de situação, os tipos de inovação, as interfaces de inovação, o desenvolvimento de conceitos, o início do programa e a adaptação contínua.

#### 4.4 A gestão da inovação e de pessoas

A Internet Industrial das Coisas (IIoT) faz a fusão do mundo digital e físico e afeta as inovações de produtos, inovações de processo, bem como inovações de negócios (WEBER; BUTSCHAN; HEIDENREICH, 2017). As novas tecnologias associadas à 4ª Revolução Industrial prometem, por um lado, uma elevada eficácia e eficiência da produção, mas, por outro lado, exigem também novas competências e capacidades essenciais, que primeiro têm de ser estabelecidas numa empresa. Contudo, há falta de informação sobre as competências necessárias para o capital humano enfrentar o processo de transformação disruptiva e inovadora da Indústria 4.0. Dessa forma, os autores concluem que para a Transformação Digital é necessário gerir o capital humano de forma a promover a gestão da inovação.

As competências cognitivas, de conhecimento e experiência técnica, descrevem principalmente a capacidade e motivação dos funcionários para aprender e criar aspectos em seu ambiente de trabalho. Este é um atributo crucial para a implementação de sistemas físicos cibernéticos (WEBER; BUTSCHAN; HEIDENREICH, 2017). Então, foi sugerido um quadro de hipóteses, onde 3 delas, as competências cognitivas, as sociais e as processuais levam ao uso de IIoT em nível individual, divisional e organizacional. A 4ª hipótese é que o uso da IIoT leva ao sucesso da empresa nas divisões e na organização.

Como exemplo, pode ser usado o de Evans (2016), que aponta as habilidades futuras que um profissional de TI deve ter, com a inserção das tecnologias para a Transformação Digital. Uma das que devem fazer parte do hall de competências é a de gestão da inovação, aliadas a outras, como gestão de mudanças e gestão estratégica.

Contudo, para que as competências do capital humano sejam implementadas, é preciso haver a figura do líder digital (WASONO; FURINTO, 2018). Os autores examinaram o efeito da liderança digital e da gestão da inovação sobre a vantagem competitiva sustentável na antecipação da disruptividade digital no setor de telecomunicações. O resultado mostrou que tanto a liderança digital quanto a gestão da inovação afetam a vantagem competitiva sustentável e a ruptura digital, onde a liderança digital tem mais influência do que a gestão da inovação. Os autores realizaram uma pesquisa quantitativa para avaliar as oportunidades na disrupção digital através da gestão da inovação e a aceleração da transformação digital conduzida por liderança digital. Eles concluíram que a melhoraria da vantagem competitiva sustentável na era disruptiva se dá pelo fortalecimento da liderança digital e gestão da inovação. O líder digital impulsiona a transformação digital por meio do investimento em tecnologia para criar mercados-alvo e alavancar o desempenho da empresa.

A pesquisa de Wasono e Furinto (2018) mostrou que criatividade, conhecimento

profundo, visão global, curiosidade e pensamento são características fortes da liderança digital. E que inovação de produtos, processos, posição e paradigma são características da gestão da inovação. Tanto a liderança digital, como a gestão de inovação são fortes influenciadores da disrupção digital, sendo que a primeira tem impacto maior.

#### **4.5 A gestão da inovação em Sistemas e Tecnologias de Informação**

Böhl, Hoffmann e Ahlemann (2016) encontraram obstáculos como a firmeza organizacional insuficiente para lidar com as inovações no setor de Sistemas de Informação e Tecnologias de Informação (SI/TI). Sendo assim, eles propuseram a institucionalização da gestão da inovação em SI/TI, contribuindo para um “body of knowledge” de inovação no setor de SI/TI. A justificativa é que o setor é sempre é discutido fortemente para a Transformação Digital.

Primeiro, foi oferecido aos profissionais uma ferramenta útil para orientar sua decisão sobre como posicionar a função de gerenciamento de inovação de SI/TI. A pesquisa mostrou que muitas organizações sofrem de uma ancoragem organizacional insuficiente de sua função de gerenciamento de inovação de SI/TI. Se uma organização quiser superar essas falhas, as variantes do projeto podem servir como ponto de partida para iniciativas de reestruturação. As proposições relacionadas ajudam a entender as implicações das escolhas de projeto e, portanto, permitem que as organizações tomem decisões melhores levando em consideração os trade-offs existentes e seus fatores contextuais específicos. Em segundo lugar, houve contribuição para o “body of knowledge” sobre gestão da inovação em SI/TI, consistindo em proposições testáveis.

#### **4.6 A gestão da inovação em P&D**

A pesquisa e desenvolvimento de um dispositivo biomédico de ponta para monitoração contínua de glicose, proposto por Juanola-Feliu et al. (2012), precisou de convergência de tecnologias da medicina, física, química, biologia, telecomunicações, eletrônica e energia. A nanotecnologia fornece a ruptura através de sustentação de fontes ilimitadas de inovação e de criatividade na interseção entre medicina, biotecnologia, engenharia, as ciências físicas e a tecnologia da informação. Dessa forma, há abertura para novas direções na P&D, propriedade intelectual, gestão do conhecimento e transferência de tecnologia.

Contudo, durante o projeto, os autores verificaram que é preciso melhorar a performance do triângulo do conhecimento: educação, pesquisa e inovação. Eles apontam para a importância de estratégias de agregação de valor e estratégias de marketing durante o processo de P&D, como uma ponte entre o laboratório e o mercado para garantir a comercialização de novos produtos. Portanto, a gestão da inovação deve estar presente no contexto da universidade e instituições de pesquisa, diminuindo a lacuna entre elas e o mercado.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou os resultados de uma pesquisa bibliográfica relacionando a Gestão da Inovação no contexto da Transformação Digital, que, portanto, foram os dois principais constructos usados. Sendo assim, o estado da arte deles foi apresentado, relacionando um ao outro. Assim, este artigo pode ser usado apenas como um guia inicial na busca por modelos de inovação que vem sendo usados na era da digitalização, pois apenas alguns exemplos foram possíveis de serem explicitados.

Percebe-se que a na pesquisa realizada, a gestão da inovação, considerando a Indústria 4.0, tem sido alvo de discussões na indústria de processos e de manufatura. Como essa indústria depende de uma cadeia de suprimentos, este é outro setor afetado pelas inovações impostas pela 4ª Revolução Industrial. E para ambos os setores, indústria e cadeia de suprimentos, a infraestrutura de SI/TI também é fortemente ponto de atenção, já que a Transformação Digital é dependente desse setor. Nesse caso em específico, ficou marcada a institucionalização da gestão da inovação e as contribuições para o “*body of knowledge*” de inovação em SI/TI.

Portanto, as empresas passaram a implementar novas estruturas organizacionais e a adaptar os processos produtivos e de gestão. Para tanto, o capital humano precisou a se sensibilizar em adquirir novas competências para as inovações disruptivas que a Indústria 4.0 preconiza.

A inovação guiada por tecnologias leva a melhorias em termos de propriedades de novos produtos, velocidade de produção, custo, energia e consumo de materiais, precisão operacional, gestão de resíduos e poluição. As tecnologias suportadas por soluções avançadas (gerenciamento do ciclo de vida da produção, plataformas abrangentes para conhecimento relevante à produção, ambiente digitalizado) na indústria serão aliadas em sistemas baseados em conhecimento e serviços relacionados (por exemplo, simulação de produtos e processos). Soluções avançadas podem ser aplicadas em todas as indústrias de manufatura e processamento e formam um elemento importante na cadeia de suprimentos de muitas empresas industriais de alto valor.

### 5.1 Trabalhos futuros

Devido a pesquisa estar limitada a base de dados Scopus e aos poucos trabalhos encontrados, as análises encontradas ficaram ancoradas em resultados quase que individuais para determinados setores econômicos. Diante desse cenário, propõe-se pesquisas mais aprofundadas para cada um dos setores econômicos, visando a procura pelas melhores práticas de gestão da inovação e seus resultados. Da maneira semelhante, a gestão da inovação poderia ser pesquisada de forma isolada para cada um dos pilares da Indústria 4.0, ou ao menos, agrupando os pilares de maior proximidade, que habilitam, por exemplo, os sistemas ciber-físicos.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. **Dica introdutória para quem quer trabalhar com inovação: managing creativity and innovation.** Online. Disponível em <<https://thiagoalmeida.co/dica-de-leitura-introdu%C3%B3ria-para-quem-quer-trabalhar-com-inova%C3%A7%C3%A3o-managing-creativity-and-8e0642627bab>>. 2017.

BATISTA DE ARAUJO, J. M.; FERREIRA JUNIOR, R. R. **Inovação e Ciclos Econômicos em Schumpeter e Minsky.** Disponível em : < [https://www.academia.edu/4283261/INOVAÇÃO\\_E\\_CICLOS\\_ECONÔMICOS\\_EM\\_SCHUMPETER\\_E\\_MINSKY](https://www.academia.edu/4283261/INOVAÇÃO_E_CICLOS_ECONÔMICOS_EM_SCHUMPETER_E_MINSKY)>.

BÖHL, D.; HOFFMANN, D.; AHLEMANN, F. **The Structural Anchoring of IS IT Innovation Management - Toward an Organizational Design Theory.** 24th European Conference on Information Systems (ECIS 2016), 2016.

BRASIL. **Perspectivas de especialistas sobre a manufatura avançada no Brasil - 2016.**

BRASIL. **Estratégia Brasileira para a Transformação Digital.** 2017.

BRASIL. **Agenda brasileira para a Indústria 4.0.** Disponível em: <<http://industria40.gov.br/>>.

EVANS, N. D. **Future Skills.** Itnow, v. 58, n. 1, p. 50–51, 2016.

FAZLI, F. **“Digitale Transformation” Und Anforderungserhebung.** CEUR Workshop Proceedings, v. 2060, p. 247–259, 2018.

FEENBERG, A. **The Philosophy Of Praxis: Marx, Lukács And The Frankfurt School.** [s.l.] Verso Books, 2014.

GERBERICH, C. W. **Industrie 4.0 – Digitalisierung, Innovationsmanagement und Führung. Elektrotechnik und Informationstechnik,** v. 134, n. 7, p. 374–376, 2017.

HENNING, K.; WOLFGANG, W.; JOHANNES, H. **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0.** Final report of the Industrie 4.0 WG. 2013.

ISA. **The International Society of Automation.** Disponível em: <<https://www.isa.org/default.aspx>>.

IVI. **Strategic implementation framework of industrial value chain for connected industries.** Tokyo: [s.n.]. Disponível em: <[https://iv-i.org/wp/wp-content/uploads/2018/04/IVRA-Next\\_en.pdf](https://iv-i.org/wp/wp-content/uploads/2018/04/IVRA-Next_en.pdf)>.

JUANOLA-FELIU, E. et al. **Market challenges facing academic research in commercializing nano-enabled implantable devices for in-vivo biomedical analysis.** Technovation, v. 32, n. 3–4, p. 193–204, 2012.

KAIVO-OJA, J. et al. **New industrial platforms and radical technology foresight: The case of 3D printing in Finland and Europe.** Ssrn, 2014.

LAVRIN, A.; ZELKO, M.; ORAVCOVÁ, E. **Innovation of Mine-Wide Production System in Raw Material Resources Area.** IDIMT-2013 Information Technology Human Values, Innovation and Economy. Anais...Prague: 2013

LICHTENTHALER, U. **Shared Value Innovation: Linking Competitiveness and Societal Goals in the Context of Digital Transformation.** International Journal of Innovation and Technology Management, v. 14, n. 04, p. 1750018, 2017.

LYDON, B. **Industry 4.0: Intelligent and flexible production.** InTech, 2016.

KIM, W. C.; MAUBORGNE, R. **A estratégia do oceano azul: Como criar novos mercados e tornar a concorrência irrelevante.** [s.l.] Sextante, 2018.

MARR, B. **Big Data: 20 Mind-Boggling Facts Everyone Must Read.** Forbes, 2015.

MOTA, P. L. **Schumpeter: inovação, destruição criadora e desenvolvimento.** Terraço Econômico. Disponível em <<http://terracoeconomico.com.br/schumpeter-inovacao-destruicao-criadora-e-desenvolvimento>>. 2016.

SABRI, Y.; MICHELI, G. J. L.; NUUR, C. **Exploring the impact of innovation implementation on supply chain configuration.** Journal of Engineering and Technology Management - JET-M, n. May, p. 0–1, 2018.

WASONO, L. W.; FURINTO, A. **The effect of digital leadership and innovation management for incumbent telecommunication company in the digital disruptive era.** v. 7, n. May, p. 125–130, 2018.

WEBER, B.; BUTSCHAN, J.; HEIDENREICH, S. **Tackling hurdles to digital transformation -The role of competencies for successful IIoT implementation.** 2017 IEEE Technology and Engineering Management Society Conference, TEMSCON 2017, p. 312–317, 2017.

WOOD, R. **Three keys to designing and configuring secure industrial networks.** InTech, 2017.



## A IMPORTÂNCIA DO PCNA NO DESEMPENHO DE GRADUANDOS DE ENGENHARIA QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

### **Shirley Cristina Cabral Nascimento**

Universidade Federal do Pará (UFPA), campus  
Guamá  
Belém – PA

### **Laíz Rayanna de Oliveira Gama**

Universidade Federal do Pará (UFPA), campus  
Guamá  
Belém – PA

### **Edward de Souza Pampolha Júnior**

Universidade Federal do Pará (UFPA), campus  
Guamá  
Belém – PA

### **Alexandre Guimarães Rodrigues**

Universidade Federal do Pará (UFPA), campus  
Guamá  
Belém – PA

**RESUMO:** Este artigo aborda o desempenho acadêmico de estudantes de Engenharia Química, comparando ingressantes que participaram do nivelamento, com ingressantes que não o fizeram. Os resultados são mostrados em função dos percentuais de aprovação e reprovação nas ciências básicas, são mostrados o desempenho dos alunos por meio dos conceitos e também o desempenho no nivelamento. É possível observar a relação entre a reprovação nas ciências básicas e um baixo rendimento no nivelamento. Os resultados obtidos inferem que a realização do nivelamento

pode contribuir significativamente na aprovação do aluno, visto que as melhores notas estão entre alunos que fizeram o nivelamento. Os resultados mostram inclusive que entre os alunos que fizeram o nivelamento o percentual de aprovados é superior a 80% em cinco das seis disciplinas.

**PALAVRAS-CHAVE:** PCNA, Engenharia Química, Desempenho.

**ABSTRACT:** This article approaches the academic performance of chemical engineering students, comparing entering students that participated in the leveling, with the ones that didn't participated. The results are expressed according to the percentages of approval and disapproval on basic subjects, the student's performance was exposed by means of the grades and the performance on the leveling. It's possible to see the relation among the disapproval on basics sciences and low results in the leveling. The obtained results infer that the execution of the leveling may contribute significantly on student's approval, since the bests grades are with the ones that participated of the leveling. The findings also reveal that the students who participated of the leveling had about 80% of approval in five of six subjects.

**KEYWORDS:** PCNA, Chemical engineering, Performance.



## 1 | INTRODUÇÃO

A retenção e a evasão são problemas enfrentados em qualquer nível de ensino. No ensino superior, público e privado, o abandono do aluno sem a finalização dos seus estudos pode representar uma perda muito grande, tendo em vista que a sua capacitação profissional pode ser comprometida à medida que esse aluno interrompe o curso sem expectativas de concluí-lo. Sabe-se que as causas da retenção e evasão são diversas. De acordo com o Ministério da Educação (1996) três fatores ocasionam a evasão: fatores internos a instituições, externos as instituições e individuais dos alunos.

A formação escolar anterior é uma característica individual que pode contribuir para a evasão. Associada a outros fatores, as lacunas de conhecimento ocasionadas por uma formação básica deficiente, pode resultar em reprovações sucessivas, falta de motivação e retenção. Segundo o Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas da UFPA, nos últimos dez anos, aproximadamente metade dos egressos de Engenharia Química concluíram o curso no tempo mínimo. Dos egressos de Engenharia Civil, apenas um quarto.

Com o intuito de diminuir as lacunas de conhecimento e conseqüentemente a evasão e a retenção na UFPA, o Instituto de Tecnologia, com apoio da Pró-Reitoria de Extensão, criou o Programa de Cursos de Nivelamento da Aprendizagem (PCNA). As ações do programa são realizadas por meio de cursos de nivelamento com aulas presenciais e o acompanhamento do aluno durante a graduação por meio do plantão de dúvidas. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo mostrar o desempenho de estudantes de Engenharia Química ingressantes de 2014, que participaram dos cursos de nivelamento de Química, Física e Matemática Elementar ofertados pelo PCNA. A partir de uma comparação entre os alunos que não participaram, resultados mostram que as melhores notas estão entre os alunos que fizeram o nivelamento.

## 2 | O CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

Tem como objetivo formar engenheiros químicos capazes de projetar, construir e colocar em funcionamento equipamentos de processos químicos, compreender e assimilar novas tecnologias a partir de matérias primas naturais ou de rejeitos industriais, avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental; avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia, para processar e elaborar novos produtos; atuar nas áreas de ensino, pesquisa e desenvolvimento sustentável ou até mesmo na política.

A organização curricular para o curso de graduação em engenharia química é dividida por períodos, em sucessão articulada de forma a efetivar a formação do estudante nos diferentes vetores: humano, científico e o profissional, apresentando carga horária total de 3740 horas a serem cumpridas em um tempo mínimo de cinco

anos.

De acordo com o Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas da UFPA (SIGAA – UFPA), entre os anos de 2006 e 2015, no curso de Engenharia Química, 285 alunos concluíram o curso, uma taxa de diplomação de 28,5 alunos por ano, enquanto a taxa de entrada até o ano de 2010 foi de 40 alunos por ano, a partir de 2011, o ingresso passou a ser em dois turnos, totalizando 80 vagas por ano.

Nesse período, o tempo médio de diplomação foi de 6 anos, aproximadamente 53% dos alunos concluíram em 5 anos, o que significa dizer que 47% dos alunos ficaram retidos e concluíram o curso em tempo superior ao mínimo. Desistência e prescrição de vaga, constituem 80% das causas de evasão registradas. Não se sabe as causas da evasão, mas os dados oficiais dão conta que dos ingressantes 2014 aproximadamente 14% evadiram logo no ano seguinte ao ingresso.

### 3 | CONHECENDO O PROGRAMA PCNA

Os cursos de nivelamento ofertados gratuitamente pelo PCNA, contam com aulas presenciais de Química, Física e Matemática Elementar, somando um total de três semanas de curso, oferecidos antes do início das aulas da graduação. Uma vez que os cursos de nivelamento não são de caráter obrigatório, o programa adota instrumentos meritocráticos para instituir o rendimento do aluno ao final dos cursos. Sendo assim, institui-se que o rendimento do cursista PCNA estaria vinculado ao percentual mínimo de 75% de frequência e às notas obtidas nas avaliações realizadas ao longo dos cursos e a carga horária de extensão concedida em cada certificado está diretamente ligado ao desempenho, conforme mostra a Tabela 1 abaixo.

| Nota - Conceito | CH Concedida | Nota – Conceito  | CH Concedida |
|-----------------|--------------|------------------|--------------|
| < 5,0           | 20 H         | 7,0 – 8,9 – BOM  | 30 H         |
| 5,0 – 6,9 – REG | 25 H         | 9,0 – 10,0 – EXC | 40 H         |

Tabela 1. Critério para emissão dos certificados no que diz respeito à carga horária.

Os certificados com carga horária de 20H são concedidos aos alunos que apresentam assiduidade e baixo desempenho, ou seja, frequência mínima e conceito abaixo de REG. Após a conclusão dos cursos de nivelamento, o programa dispõe de um espaço físico específico, oferecendo diariamente um recurso de auxílio aos estudantes denominado Plantão de Dúvidas. Constituído de uma sala climatizada, dotada de mobiliário e acervo bibliográfico básico para as três disciplinas de ciências básicas (química, física e matemática). O espaço físico conta com recursos de informática, acesso à internet, mantendo monitores de plantão, para as três disciplinas. Vale ressaltar que esse plantão atende independentemente a todos os alunos de engenharia, esclarecendo dúvidas e direcionando os estudantes com dificuldade nas ciências básicas.

## 4 | PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O grupo de alunos a ser estudado são os alunos ingressantes de 2014, visto que esses alunos já concluíram três quintos do curso, apresentando um percentual de 14% de desistência já no primeiro ano de curso. Optou-se por escolher as disciplinas do primeiro ano do curso, visto que parece ser o que exerce maior dificuldade sobre o estudante, por se tratar de um período de adaptação.

Os dados utilizados na avaliação de desempenho foram obtidos a partir dos diários de classe fornecidos pelos professores que ministram as seguintes disciplinas do primeiro ano do curso de graduação em Engenharia Química, a saber: Química Inorgânica Básica (QIB), Química Analítica Teórica (QAT), Cálculo I (CAL\_I), Cálculo II (CAL\_II), Física Fundamental I (FF\_I) e Física Fundamental II (FF\_II).

Denomina-se evasão a desistência por parte do aluno de levar a disciplina até o final, ou seja, aquele aluno que foi reprovado por frequência, tendo a denominação SF. Ao excluir os alunos SF, denomina-se o grupo de Alunos Efetivos – pois dessa maneira retira-se a quantidade de alunos que não frequentaram as aulas, tornando possível a comparação direta entre os alunos aprovados e reprovados, considerando que ambos foram até o final do período de aulas. A referência de aluno ingressante, é aquele que faz a disciplina pela primeira vez.

São denominados de alunos PCNA os alunos que fizeram o nivelamento com aproveitamento, ou seja, receberam o certificado de participação, assim como são denominados alunos NPCNA os alunos que por algum motivo não fizeram o nivelamento.

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram organizados e analisados em três grupos, sendo o primeiro relativo ao desempenho dos alunos nos cursos de nivelamento ofertados pelo PCNA, pois a carga horária de extensão concedida em cada certificado está diretamente ligada ao rendimento do cursista nas avaliações. Um segundo grupo descreve os percentuais de aprovação, reprovação e evasão nas ciências básicas do primeiro ano da graduação, efetuando comparações entre os resultados obtidos entre alunos PCNA e alunos NPCNA. Um terceiro grupo descreve o desempenho dos alunos por meio dos conceitos nas ciências básicas do primeiro ano da graduação, efetuando comparações entre os resultados obtidos entre alunos PCNA e alunos NPCNA.

### 5.1 Rendimento dos participantes nos cursos de nivelamento

Este artigo considera um grupo de 72 alunos ingressantes do curso de Engenharia Química da UFPa, no ano de 2014, no qual estão presentes 53% de alunos cotistas, 47% de alunos não cotistas, 39% de alunos do sexo feminino, 61% do sexo masculino e 80% dos alunos com idade inferior a 20 anos.

Com o objetivo de observar o desempenho dos alunos que fizeram os cursos de nivelamento, a Figura 1 abaixo mostra a distribuição da carga horária presente nos certificados dos alunos PCNA.

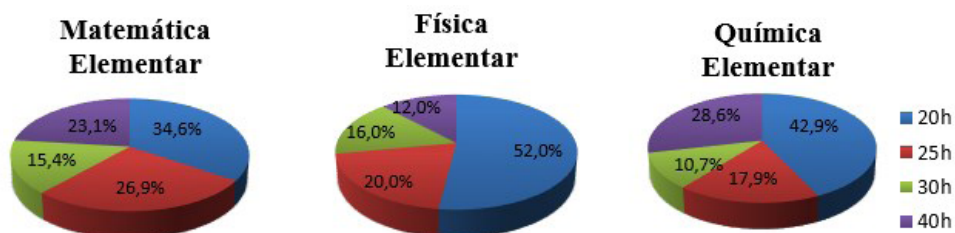


Figura 1. Distribuição da carga horária para cursistas PCNA

FONTE: Banco de Dados PCNA (2014)

Os resultados revelam, para cada um dos três cursos de nivelamento, a presença de um grupo de alunos que apresentaram desempenho mínimo, ou seja, o rendimento nas avaliações foi baixo. A média final entre as avaliações foi abaixo de 5,0. Uma média de 10 alunos apresentaram desempenho mínimo em pelo menos dois dos três cursos de nivelamento. Observa-se que o grupo que apresentou o melhor desempenho está entre os cursistas de Química Elementar e que mais da metade dos cursistas de Física Elementar apresentaram desempenho mínimo.

Para os alunos oriundos da escola pública, que possivelmente apresentam lacunas de conhecimento, um desempenho mínimo no nivelamento pode comprometer a aprovação na disciplina. Estudos recentes mostram que a taxa de reprovação é mais alta entre alunos que obtêm certificado com 20 horas.

## 5.2 Desempenho das turmas nas ciências básicas no primeiro ano do curso

Com o objetivo de observar o desempenho das turmas nas ciências básicas no primeiro ano da graduação, a Tabela 2 mostra os percentuais de aprovação e reprovação geral, mostra também a adesão e a contribuição da aprovação dos alunos PCNA para a aprovação geral.

| MATÉRIA | PCNA NA TURMA | ALUNOS APROV | APROV PCNA | ADESÃO | % APROV GERAL | % APROV PCNA | % APROV. NPCNA |
|---------|---------------|--------------|------------|--------|---------------|--------------|----------------|
| QIB     | 28            | 55           | 25         | 38,89% | 88,71%        | 40,32%       | 48,39%         |
| CAL_I   | 26            | 42           | 22         | 36,11% | 67,74%        | 35,48%       | 32,26%         |
| FF_I    | 24            | 42           | 15         | 33,33% | 72,41%        | 25,86%       | 46,55%         |
| QAT     | 24            | 45           | 23         | 48,00% | 97,83%        | 50,00%       | 47,83%         |
| CAL_II  | 21            | 34           | 18         | 38,18% | 68,00%        | 36,00%       | 32,00%         |
| FF_II   | 16            | 46           | 15         | 28,07% | 88,46%        | 28,85%       | 59,62%         |

Tabela 2. Desempenho das turmas nas ciências básicas do primeiro ano da graduação

Com o objetivo de observar o desempenho das turmas nas ciências básicas no primeiro semestre da graduação, a Figura 2 mostra os percentuais de aprovação e reprovação, mostra também a adesão e a contribuição da aprovação dos alunos PCNA para a aprovação geral.

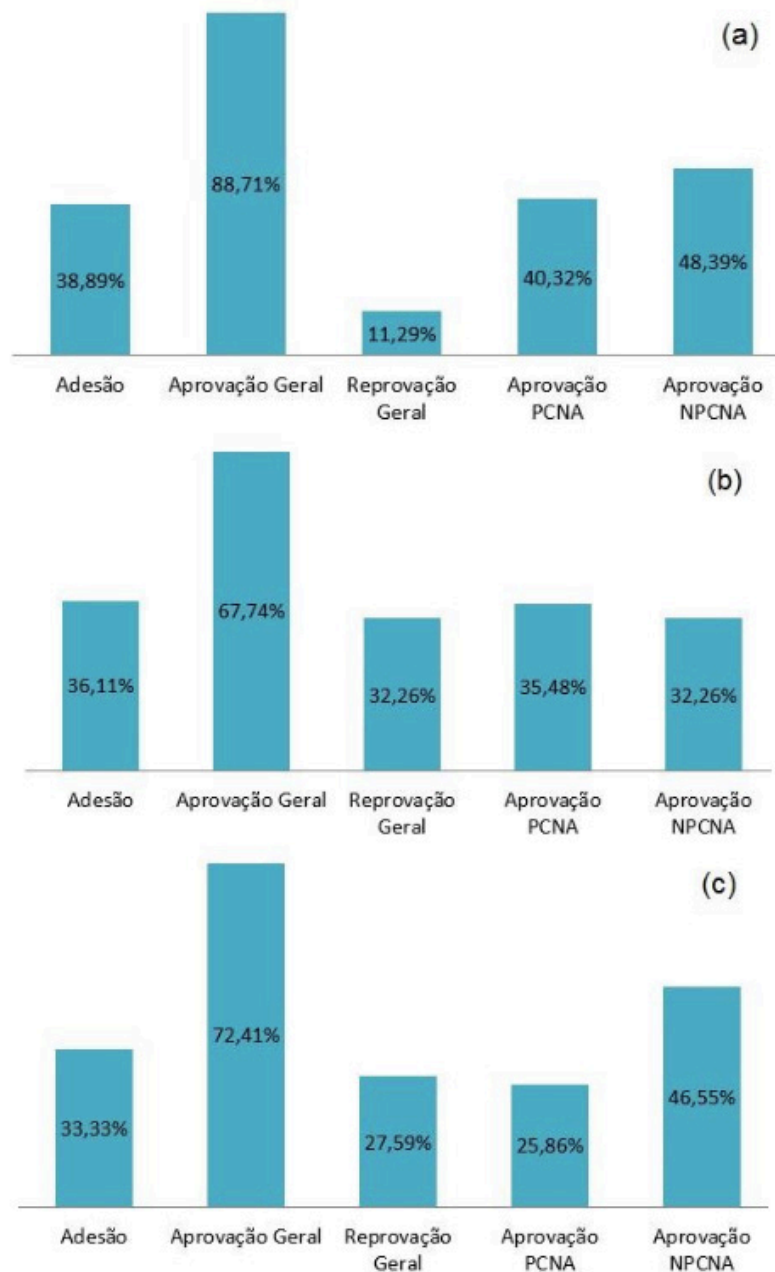


Figura 2. Desempenho das turmas nas ciências básicas (a) QIB, (b) CAL\_I e (c) FF\_I

Para a disciplina QIB, o percentual de aprovação geral foi de 88,71% e o percentual de aprovação dos alunos PCNA foi de 40,32%. Esse percentual é menor do que o percentual de aprovação dos alunos NPCNA que foi de 48,38% devido à baixa adesão por parte dos alunos, que foi de aproximadamente 39%. O percentual de reprovação geral foi de 11,29%. O percentual de reprovação dos alunos NPCNA foi mais que

o dobro da reprovação dos alunos PCNA, inclusive os 3,23% de reprovados PCNA são cotistas e receberam certificado com 20H no nivelamento de Química Elementar. Um resultado muito satisfatório é o percentual de aprovação entre os alunos PCNA: 89,28% de aprovação. Esse resultado é um indicativo de que o nivelamento pode ser muito vantajoso para o aluno.

Para a disciplina CAL\_I, o percentual de aprovação geral foi de 67,74% e o percentual de aprovação dos alunos PCNA foi de 35,48%. Esse percentual é maior do que o percentual de aprovação dos alunos NPCNA que foi de 32,26%. O percentual de reprovação geral foi de 32,26%. O percentual de reprovação dos alunos NPCNA foi mais que o dobro que a reprovação dos alunos PCNA, inclusive 50% de alunos PCNA reprovados são cotistas e receberam certificado com 20H no nivelamento de Matemática Elementar. Um resultado muito satisfatório é o percentual de aprovação entre os alunos PCNA: 84,61% de aprovação. Esse resultado é um indicativo de que o nivelamento pode ser muito vantajoso para o aluno.

Para a disciplina FF\_I, o percentual de aprovação geral foi de 72,41% e o percentual de aprovação dos alunos PCNA foi de 25,86%. Esse percentual é menor do que o percentual de aprovação dos alunos NPCNA que foi de 46,55% devido à baixa adesão por parte dos alunos, que foi de 33,33%. O percentual de reprovação geral foi de 27,59%. O percentual de reprovação dos alunos PCNA foi de 15,51% enquanto o de alunos NPCNA foi de 12%. Um resultado satisfatório é o percentual de aprovação entre os alunos PCNA: 62,5% de aprovação. Esse resultado é um indicativo de que o nivelamento pode ser muito vantajoso para o aluno.

Com o objetivo de observar o desempenho das turmas nas ciências básicas no segundo semestre da graduação, a Figura 3 mostra os percentuais de aprovação e reprovação, mostra também a contribuição da aprovação dos alunos PCNA para a aprovação geral.



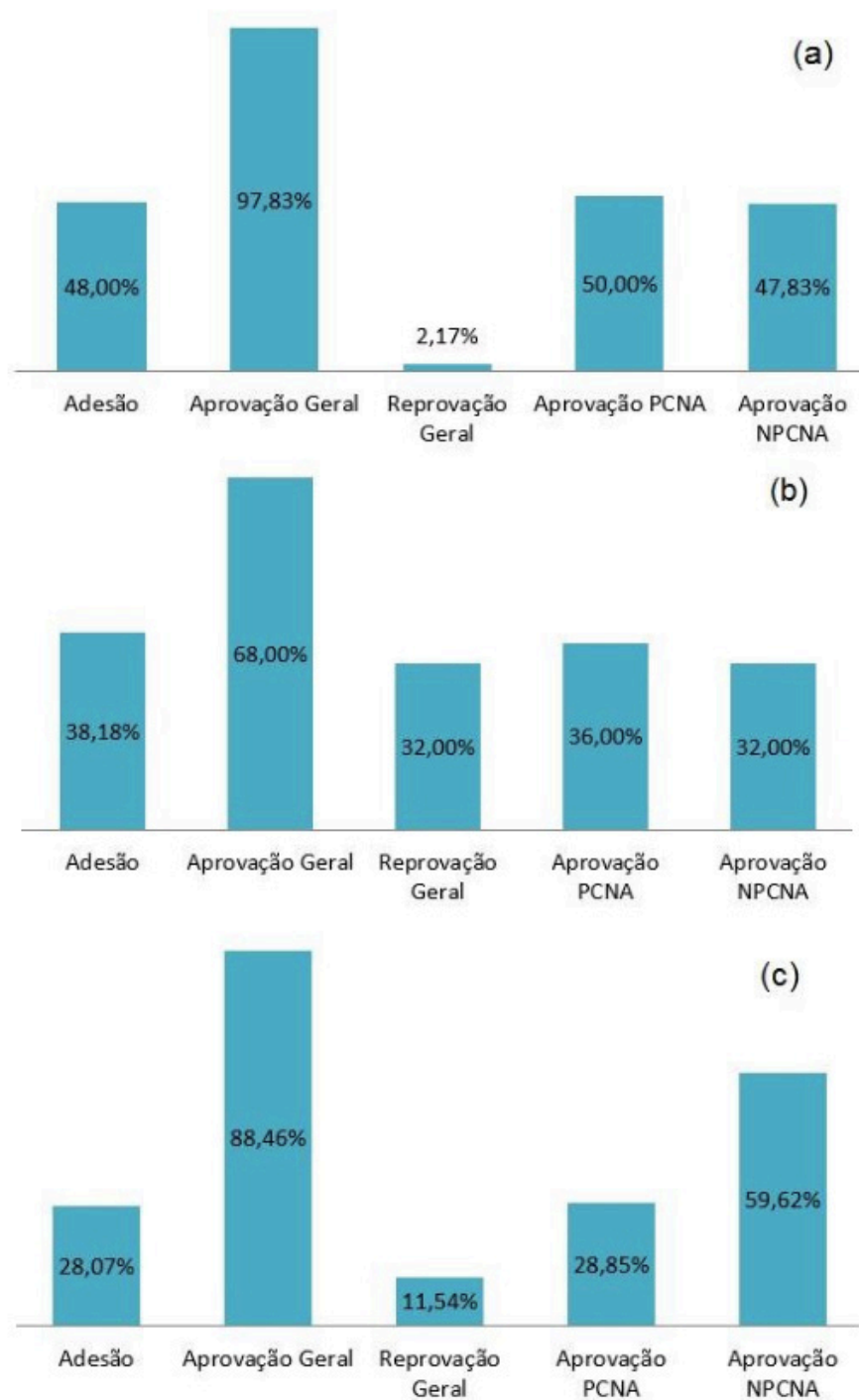


Figura 3. Desempenho das turmas nas ciências básicas (a) QAT, (b) CAL\_II e (c) FF\_II

Para a disciplina QAT, o percentual de aprovação geral foi de 97,83% e o percentual de aprovação dos alunos PCNA foi de 50%. Esse percentual é ligeiramente maior que o percentual de aprovação dos alunos NPCNA que foi de 47,83%. O percentual de reprovação geral foi de 2,17% e representa uma única reprovação. Esse aluno reprovado é cotista e recebeu certificado com 20H no nivelamento de Química Elementar. Um resultado muito satisfatório é o percentual de aprovação entre os alunos PCNA: 95,83% de aprovação. Esse resultado é um indicativo de que o nivelamento pode ser muito vantajoso para o aluno.

Para a disciplina CAL\_II, o percentual de aprovação geral foi de 68% e o percentual de aprovação dos alunos PCNA foi de 36%. Esse percentual é maior do

que o percentual de aprovação dos alunos NPCNA que foi de 32%. O percentual de reprovação geral foi de 32%. O percentual de reprovação dos alunos PCNA é de quatro vezes menor do que a reprovação dos alunos PCNA que foi de 6%, inclusive mais da metade desses alunos são cotistas e receberam certificado com 20H no nivelamento de Matemática Elementar. Um resultado muito satisfatório é o percentual de aprovação entre os alunos PCNA: 85,71% de aprovação. Esse resultado é um indicativo de que o nivelamento pode ser muito vantajoso para o aluno.

Para a disciplina FF\_II, o percentual de aprovação geral foi de 88,46% e o percentual de aprovação dos alunos NPCNA foi de 59,62%. Esse percentual é maior que o percentual de aprovação dos alunos PCNA que foi de 28,85%. O percentual de reprovação geral foi de 11,54% e o percentual de reprovação dos alunos NPCNA foi de 9,62%. O único aluno PCNA reprovado é cotista e recebeu certificado com 20H no nivelamento de Física Elementar. Um resultado muito satisfatório é o percentual de aprovação entre os alunos PCNA: 93,75% de aprovação. Esse resultado é um indicativo de que o nivelamento pode ser muito vantajoso para o aluno.

### **5.3 Desempenho dos alunos nas ciências básicas no primeiro ano do curso**

Com o objetivo de observar o desempenho dos alunos, a Figura 4 mostra a distribuição dos conceitos nas ciências básicas do primeiro semestre da graduação. Efetua-se uma comparação entre o desempenho dos alunos que fizeram o nivelamento e aqueles que por alguma razão não o fizeram.

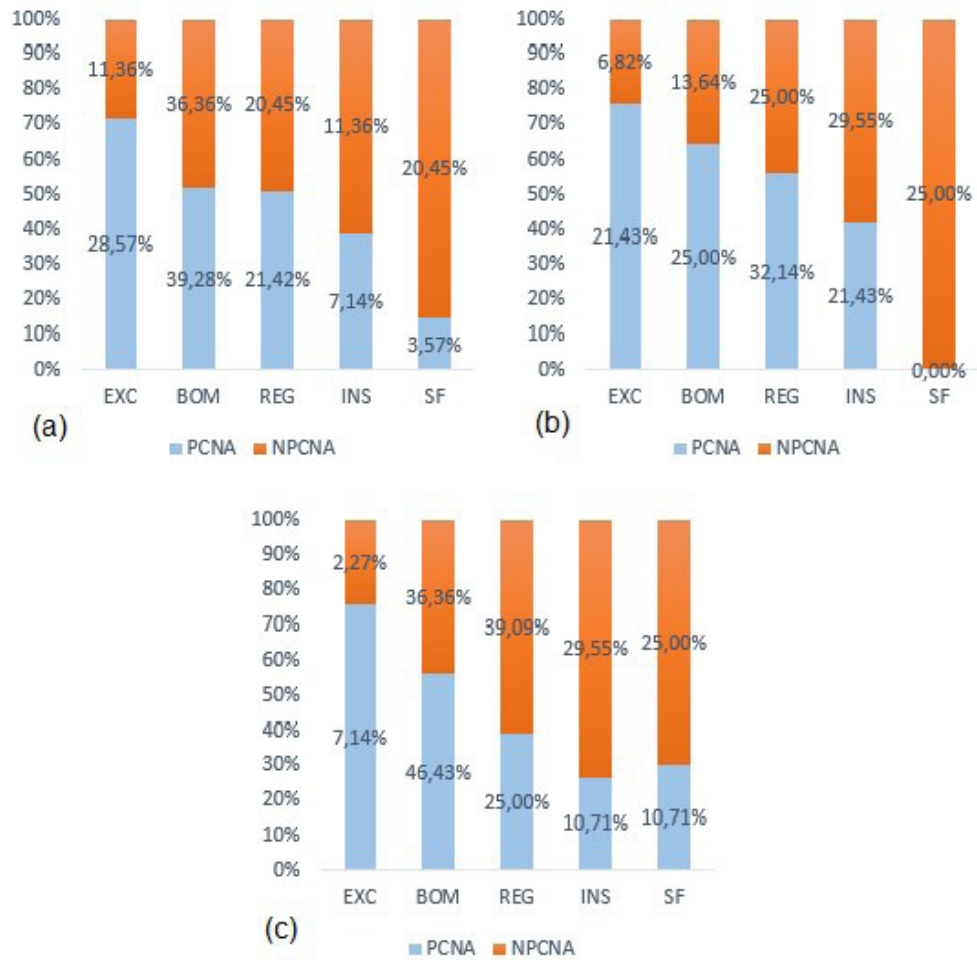


Figura 4. Desempenho dos alunos nas ciências básicas (a) QIB, (b) CAL\_I e (c) FF\_I

A partir da interpretação dos conceitos mostrados na Figura 4, é evidente que os mais elevados se concentram entre os alunos participantes do PCNA. Desse modo, pode-se inferir que os alunos que frequentaram o curso de nivelamento apresentam um melhor desempenho em relação aos demais nas ciências básicas analisadas. Essa análise dos conceitos também mostra um estudo qualitativo dos alunos e o quanto que as aulas presenciais do nivelamento interferiram para esse bom desempenho, haja vista que, os alunos que obtiveram os maiores conceitos (Excelente e Bom) somam cerca de 50% nas três disciplinas básicas do primeiro semestre.

Com o objetivo de observar o desempenho dos alunos, a Figura 5 mostra a distribuição dos conceitos nas ciências básicas do segundo semestre da graduação. Efetua-se uma comparação entre o desempenho dos alunos que fizeram o nivelamento e aqueles que por alguma razão não o fizeram.

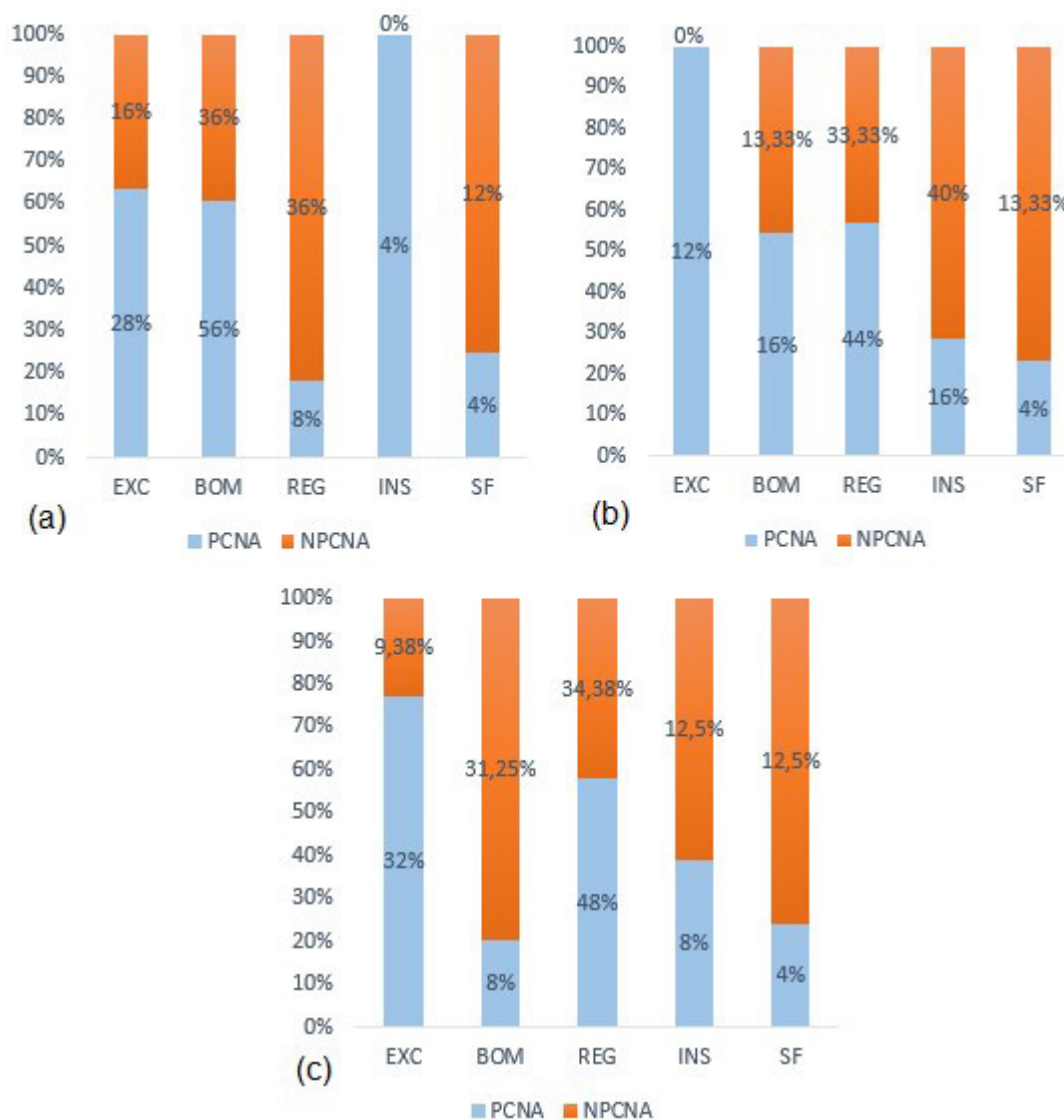


Figura 5. Desempenho dos alunos nas ciências básicas (a) QAT, (b) CAL\_II e (c) FF\_II

Com base nos dados presentes nos gráficos da Figura 5, percebeu-se que o bom desempenho dos alunos que frequentaram as aulas presenciais do nivelamento continuou relevante em comparação aos que não frequentaram. Destaque para a disciplina de cálculo II em que os excelentes foram apenas de alunos do PCNA e 40% dos alunos que não participaram do PCNA tiveram conceito insuficiente.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados expostos, é possível concluir que o PCNA, de forma considerável, influenciou não só no aumento do índice de aprovação dos alunos de engenharia química do ano de 2014, mas, também, no desempenho desses alunos durante o primeiro ano de curso. Para os alunos que não frequentaram o PCNA, o índice de evasão durante o curso das disciplinas básicas foi bem mais elevado no primeiro semestre do curso, o que acarretou, inclusive em um número expressivo de não matriculados nas disciplinas básicas do segundo semestre, inferindo num elevado

índice de desistência do curso de Engenharia Química entre os alunos NPCNA. Portanto, pode-se afirmar que as ações do Programa PCNA contribuíram para a diminuição no índice de evasão.

## REFERÊNCIAS

MEC. Diplomação, retenção e evasão nos cursos de graduação em instituições de ensino superior públicas. **Avaliação**: Revista de rede de avaliação institucional da educação superior. Campinas, v. 1, n. 2, p. 55-65, dez. 1996.

Programa de Cursos de Nivelamento da Aprendizagem. Banco de Dados. 2014.

Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas da UFPA – SIGAA UFPA.

## A PERCEPÇÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: DETERMINANTES UTILIZADOS PELOS USUÁRIOS DE HABITAÇÕES UNIFAMILIARES POPULARES

**Marcelo Alexandre Siqueira De Luca**

Faculdades OPET – consultoriadeluca@gmail.com

**Fabiano Barreto Romanel**

Faculdades OPET – fabiano.romanel@opet.edu.br

**RESUMO:** O presente estudo foi desenvolvido sob o contexto das ciências tecnológicas, mais especificamente envolvendo a engenharia civil. Atua num paralelo de qualidade e comportamento do consumidor, tendo como foco o público que adquire habitações unifamiliares populares no Brasil. Seu objetivo é identificar os principais determinantes de qualidade mais percebíveis pelos clientes nas habitações unifamiliares populares no Brasil. Metodologicamente possui posicionamento explicativo-analítico e caráter prático, utilizando-se de procedimentos bibliográficos, como coleta de dados em pesquisas de artigos, livros e periódicos. Justifica-se a relevância desse tema, uma vez que todo cidadão necessita de dignidade e valores humanos, perante à sociedade e sua família, no que tange o sonho de adquirir a sua casa própria, com os rendimentos de seu trabalho. Os resultados foram oriundos de uma análise crítica e comportamental do consumidor, de uma renda menor economicamente, porém que tem características específicas com relação

a percepção da qualidade. O tratamento dos dados foi dissertativo, com agrupamento por semelhanças, sendo a análise dos dados qualitativa e, sob a inspiração do método dedutivo. Conclui-se que a criticidade, a capacidade e as necessidades do público alvo de habitações populares, no Brasil, direcionam para determinantes específicos na percepção e avaliação da qualidade destas habitações. Sem esgotar o assunto, os determinantes procurados e identificados neste estudo são: durabilidade, conforto, usabilidade, solidez, sustentabilidade e acessibilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Construção civil, qualidade, matéria prima, determinantes críticos, Habitações unifamiliares populares

### PERCEPTION OF QUALITY IN CONSTRUCTION: DETERMINANTS USED BY POPULAR SINGLE-FAMILY HOUSES OF USERS

**ABSTRACT:** The present study was developed on the context of technological sciences, more specifically involving civil engineering, but acting as a parallel of quality and consumer behavior. It focuses on the public that acquires popular single-family dwellings and aims to identify the main determinants of quality, most perceivable by customers in single-family homes popular



in Brazil. Methodologically, it has explanatory-analytical positioning and practicality, using bibliographic procedures, such as data collection in article searches, books and periodicals. The importance of this topic is justified, since every citizen needs human dignity and values, before society and his family, in what concerns the dream of acquiring his own house, with the income of his work. The results were derived from a critical and behavioral analysis of the consumer, of a lower income economically, but which has specific characteristics regarding the perception of quality. The data treatment was a dissertation, with grouping by similarities, being data analysis qualitative and, under the inspiration of the deductive method. It is concluded that the criticality, capacity and needs of the target public of popular housing in Brazil, direct to specific determinants in the perception and evaluation of the quality of these dwellings. Without depleting the subject, the determinants sought, and identified in this study, are: durability, comfort, usability, solidity, sustainability and accessibility.

**KEYWORDS:** Construction, quality, raw materials, critical determinants, detached houses

## 1 | INTRODUÇÃO

A qualidade em serviços e o comportamento do consumidor são temas que, de maneira direta ou indireta, estão presentes em discussões na mídia, em jornais, em televisão e nas escolas (MAINARDES, 2006), documentando sobre o viés de satisfação do cliente, o que se aplica em todas as áreas de consumo e avaliação da qualidade (LAS CASAS, 2009). Portanto, no mercado imobiliário de vendas ou compras de imóveis, há necessidade direta ou indiretamente da avaliação da qualidade destes produtos ou serviços, de uma forma geral (ZEITHAML; PARASURAMAN; BERRY, 2014).

Na construção civil segue-se o mesmo esquema, o que não deverá ser diferente para o caso das habitações unifamiliares populares (POSSAN, 2010). Essas contemplam um público-alvo característico que, com particularidades próprias, isto é, de acordo com as suas necessidades e capacidades, possuem uma forma prevalente de julgar. Por questões financeiras “apertadas ou ajustadas”, requerem uma crítica apurada, revelando tendências de encontrar problemas e insatisfações em qualquer detalhe, com o objetivo de desvalorizar o imóvel para um menor valor (MCKENNA, 2004).

Neste sentido, e se partindo da premissa de que o setor da construção civil de habitações unifamiliares popular é crescente no Brasil (CBIC, 2011), inclusive devido a questão do “Programa Minha Casa Minha Vida”, é necessário oferecer atenção especial a esse público (BONDUKI, 2009). Motiva-se a pesquisa pela questão: quais são os principais determinantes da qualidade, percebidos pelo público das habitações unifamiliares populares nestas construções? Como objetivo principal busca-se identificar os principais determinantes de qualidade mais percebíveis, pelos clientes, nas habitações unifamiliares populares no Brasil; e, como específicos, busca-se: a)

identificar o comportamento do consumidor desse grupo de habitações; b) reconhecer o que é a qualidade e quais são os seus principais determinantes; c) correlacionar as particularidades comportamentais de avaliação do público consumidor, com os determinantes da qualidade e os aspectos de desempenho das habitações conforme as normas de desempenho. A saber, um alinhamento de conhecimentos ao redor dos novos padrões de qualidade para construção de casas e apartamentos - NBR 15575.

## 2 | METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida utilizando-se de procedimentos bibliográficos, partindo de coleta de dados em fontes secundárias. É focada no caráter básico e objetivo explicativo-analítico, numa inspiração sob o método dedutivo. Foram usados principalmente artigos científicos da base de dados e, estes, envolvendo os temas habitações unifamiliares populares, Programa Minha Casa Minha Vida, Qualidade e Qualidade em serviços. Para a determinação das fontes a serem utilizadas, valeu-se de pesquisa exploratória em caráter preliminar na internet (Google avançado). Para os temas, usou-se a mesma maneira de proceder. No Google, acessou-se o menu “Configurar” e, então em “todas estas palavras”, digitou-se “habitações unifamiliares populares”. Na mesma tela em “esta expressão ou frase exata”, digitou-se “abstract”; em “tipo de arquivo” escolheu-se “Adobe Acrobat PDF”. O resultado da busca foi mais de 13.100 resultados. Abriu-se então 130 “artigos”, publicados e em bibliotecas de faculdades / universidades e, então, em leitura exploratória, verificou-se os autores e obras mais citados. Fez-se a leitura investigativa destes, indo-se diretamente aos tópicos de interesse, procedendo-se na sequência os recortes dos trechos mais “relevantes”. Agrupou-se esses dados então segundo tópicos semelhantes, num tratamento crítico dissertativo de informações / conhecimentos por semelhança. Em cada um destes tópicos foram identificadas definições, características, particularidades e aplicabilidades e afins. Assim feito, verificou-se o que cada “recorte” contribuía com o “outro”, ou ia contra suas ideias, possibilitando desta forma argumentações e discussões a respeito. Deu-se início a análise qualitativa destes dados coletados, segundo observatórias e interpretações do autor, numa etapa pré-escrita preliminar. Numa ordem lógica evolutiva do conhecimento, começou-se a escrita partindo-se das diretrizes da organização do 5W2H (*What, When, Who, Where, Why, How, How much*), para cada um dos temas abordados (“Habitações Unifamiliares”, “Programa Minha Casa Minha Vida”, “Qualidade”). A exemplo, fez-se as perguntas 5W2H: O que é (tema), “Quais as principais particularidades características (tema)”, “Quem está envolvido no tema”, e assim por diante. Em resumo, perguntas da metodologia 5W2H).

Desta forma e segundo o objetivo expositivo, foram criados os “3” e “4” deste trabalho. Os mesmos sustentaram o tópico “5”, após argumentações e discussões. Neste tópico foram feitas argumentações e discussões, e isso afim de responder a

questão: Quais são os determinantes da qualidade mais perceptíveis pelos clientes de habitações unifamiliares populares no Brasil? Chegou-se então a um resultado tangível do estudo, cumprindo seu objetivo geral. Confrontou-se as características do comportamento dos consumidores destas habitações populares, segundo o contexto cultural médio do Brasil; com as particularidades destas construções populares, e ainda com os determinantes da qualidade em serviços para, então, chegar-se ao resultado principal da pesquisa (item). Muitos entendimentos foram concluídos de maneira indireta, de modo que ao final do trabalho, seguindo-se a sequência apontada, por Gil (2010) foram satisfeitos os anseios do estudo sem esgotar o assunto.

### **3 | HABITAÇÕES UNIFAMILIARES POPULARES NO BRASIL - PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA E SEUS USUÁRIOS**

As habitações unifamiliares populares no Brasil estão visualizadas como habitações do Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV, constituindo-se geralmente em casas simples de aproximadamente 60m<sup>2</sup>. Estas construções contêm em média 2 quartos, 1 banheiro, cozinha, área de serviço, sala de estar e jantar, possuindo a particularidade de, no caso de casas, serem construídas prevalentemente em terrenos individuais com medidas próximas de 8m x 16m. Possuem instalações hidrosanitárias e elétricas simples, além de um acabamento tradicional da classe C. Cozinhas e banheiros são azulejados até o teto, e o piso da casa/apartamento geralmente é de cerâmica (SILVA, 2014). Metais, louças, espelhos do banheiro são geralmente padrão comercial, sendo nesse padrão também, lustres, tomadas, interruptores, janelas, portas e afins. A utilização de materiais, de marcas mais econômicas, perfazem essas habitações, levando-se em conta que a renda média das famílias não permite gastos significativos com os acabamentos e acessórios de marcas mais valorizadas (LORENZETTI, 1998).

Em termos de consumo, essas habitações atendem e beneficiam pessoas com renda familiar inferior a R\$ 5.000,00, as quais podem ser divididas segundo três categorias (ROLINK; ROYER, 2015, p. 129): “a primeira categoria é destinada ao atendimento de famílias com renda mensal de até R\$1.600,00; a segunda às famílias com renda mensal entre R\$1.600,00 e R\$ 3.100,00; e a terceira às famílias com renda entre R\$3.100,00 e R\$5.000,00”. É importante, ainda informar, que cada categoria possui as suas características próprias de financiamento e pagamento.

Estas habitações oferecem condições dignas de habitabilidade às pessoas menos favorecidas (MOTTA, 2010), as quais muitas vezes começam a sair de invasões, situações irregulares, ou até mesmo de casas com condições precárias de habitabilidade (CASTILHOS, 2007). Recuperar a dignidade de uma classe social abandonada é fator primordial, uma vez que a “casa própria” contribui para a formação de uma identidade de classe humana, na inserção, com base à mobilidade

social e práticas distintas de consumo (DURHAM, 1986). Impactos morais positivos estendem-se, ainda, às famílias de baixa renda, reassentadas nos centros urbanos, na possibilidade para uma nova vida (REBOUÇAS, 2000).

Em termos humanos, os moradores dessas residências são pessoas simples e de cultura e instrução limitada. Dentre estes, prevalecem os profissionais liberais e os autônomos, não tendo prevalência de profissões ou cargos. São pessoas que muitas vezes trabalham para a sobrevivência própria e da sua família. Pertencem a esta categoria salarial, as pessoas que levantam e saem cedo para trabalhar e chegam à noite após um exaustivo dia de trabalho (MOYA, 2011), não tendo costumes de assistir TV durante a semana.

Geralmente são pessoas que não possuem ensino superior, apenas o primeiro ou segundo grau, ou ainda incompleto, mas irrigados de dificuldades e sofrimentos devido a classe social que ocupam, o que acaba mesclando seus comportamentos (BONDUKI, 2009). Em especial, no que refere ao aspecto de avaliadores de qualidade da sua moradia, tem tendências de “extasiamento” e não crítica. Portanto, prevalecem de situações habitacionais piores, do que às da Minha Casa Minha Vida. (BARONE, 2009) As habitações “Minha Casa Minha Vida” revestem-se de caráter socioeconômico relevante, abrangendo um grupo de pessoas, muitas vezes, com problemas sociais, mas neste contexto, é um estímulo para as pessoas mal assentadas melhorarem a sua qualidade de vida (YACCOUB, 2011).

É relevante lembrar que o Programa Minha Casa Minha Vida foi lançado em março de 2009, numa tentativa de redução do déficit habitacional, sendo que entre março de 2009 e meados de 2011 a meta era a construção de um milhão de novas moradias, dobrando essa meta até o final de 2014 (KRAUSE, BALBIM; LIMA NETO, 2013). Na atualidade, o programa está em um novo processo de mudanças. Tem o objetivo beneficiar a moradia própria e a dignidade do cidadão.

#### **4 | QUALIDADE - CONCEITO EVOLUTIVO E PERCEPÇÕES DO CLIENTE.**

A qualidade é percebida e entendida como um conceito evolutivo que, desde o no início do século XX, vem sofrendo modificações de tecnicista, sociotécnico e de valorização da satisfação do consumidor (DE LUCA, 2007). No início, era vista sob o conceito tecnicista, atribuído por Phillip Crosby, documentando que a qualidade estava ligada à conformidade e com os requerimentos de fatos apresentados (SHIBA; GRAHAM; WALDEN, 1997). Era, portanto, um conceito puramente métrico. Um produto era de qualidade se este atendia às especificações técnicas esperadas (SADGROVE, 1995), não se levando em conta fatores de ergonomia e adequação à utilização, que foi então introduzido no meio científico (JURAN, 1940), informando que não era suficiente que um produto estivesse dentro das especificações técnicas, mas sim atingir a qualidade e a adequação das pessoas, segundo as suas necessidades

(PALADINI, 1995). Para Oliveira (1994), além de preocupações com as necessidades do ser humano, havia ainda uma linha de pensamento sócio-técnica.

Nesta linha, os conceitos foram evoluindo, a partir de 1980, com opiniões de diferentes e diversos pensadores e “gurus”, como Deming, Taguchi e Ishikawa, sobre a qualidade e o conhecimento, mas já enfocando a satisfação das famílias pela sua casa própria (MIGUEL, 2001). Para De Luca (2007), o imóvel, além das especificações esperadas e da adequação sobre a utilidade da família, o fator da satisfação, é essencial e prioritário, caso contrário, o cliente irá documentar que o produto não atendeu suas expectativas e que não é de qualidade a compra desse imóvel. Ainda para De Luca (2007), chega-se a conclusão que o comportamento do consumidor relaciona-se diretamente com a percepção / avaliação da qualidade. Portanto, um julgamento particular de qualidade, da compra de um imóvel, deverá satisfazer o cliente (ZEITHAML; PARASURAMAN; BERRY, 1990).

No questionamento da documentação acima, tem-se que aspectos intangíveis perfazem o julgamento. Um produto ou serviço que é de qualidade para uma pessoa poderá não ser para a outra (KARSAKLIAN, 2000), de modo que aspectos particulares, como por exemplo, necessidades, capacidades, nível cultura e de instrução, tradições, situação momentânea no momento da compra e afins, devem ser tratados com parcimônia na avaliação da qualidade (ENGEL; BLACKWELL; MINIARD, 1995). Nota-se, ainda, que cada público no contexto imobiliário, possui uma tendência a níveis de criticidade e avaliação da qualidade de uma certa forma, concentrando-se sua atenção em determinantes da qualidade específicos (SCHIFFMAN; KANUK; 2000).

Como determinantes da qualidade, entende-se atributos de produtos e serviços que, consciente ou inconscientemente, são utilizados pelo consumidor / cliente na hora de avaliar a qualidade de um serviço e tomar decisões para dizer se está satisfeito ou insatisfeito com o mesmo. Estes determinantes, conforme Lovelock (1992 apud SIQUEIRA, 2006, p. 50-52) são:

- a. **Acesso:** a acessibilidade da localização do serviço, incluindo a facilidade para encontrar o ambiente de sua prestação e a clareza do trajeto;
- b. **Estética:** a extensão em que os componentes do pacote de serviços estão de acordo com o gosto do cliente, incluindo a aparência e a atmosfera do ambiente, as instalações, os artigos genuínos e os funcionários;
- c. **Atenção/assistência:** a extensão em que o serviço, particularmente o pessoal de contato, fornece auxílio ao cliente ou passará a impressão de estar interessado, mostrando disposição em servi-lo;
- d. **Disponibilidade:** a disponibilidade das instalações do serviço, dos funcionários e dos bens oferecidos. No caso do pessoal de contato, significa o índice funcionários/clientes e o tempo que cada funcionário dispõe para disponibilizar com o cliente individual. No caso dos bens, inclui a quantidade e variedade de produtos oferecidos ao cliente;

- e. **Cuidado:** a preocupação, a consideração, a simpatia e a paciência prestadas ao cliente. Este item inclui a extensão em que o cliente ficará à vontade com o serviço e sente-se emocionalmente (em vez de fisicamente) confortável;
- f. **Limpeza/atratividade:** a limpeza, a aparência clara e atraente dos componentes tangíveis do pacote de serviços, incluindo o ambiente, as instalações, os bens e o pessoal de contato;
- g. **Conforto:** refere-se ao conforto físico do ambiente e das instalações do serviço;
- h. **Comprometimento:** o comprometimento aparente dos funcionários com o trabalho, incluindo seu orgulho e satisfação, diligência e perfeccionismo;
- i. **Comunicação:** a habilidade de comunicar o serviço ao cliente de maneira inteligível. Inclui-se neste tópico, a clareza, a totalidade e a precisão da informação verbal e escrita e sua habilidade para ouvir e entender;
- j. **Competência:** a habilidade, a expertise e o profissionalismo com que o serviço é executado. Nesta etapa inclui-se a adoção de procedimentos certos, o cumprimento correto das instruções do cliente, o grau de conhecimento do serviço oferecido pelo pessoal de contato, a entrega de produtos finos, a orientação consistente e a habilidade de realizar o trabalho da melhor forma possível.
- k. **Cortesia:** a educação, o respeito e a experiência mobilizados pelo pessoal da organização de serviço, principalmente o grupo de contato. Refere-se a habilidade dos funcionários, não serem desagradáveis nem intrusivos quando apropriado;
- l. **Flexibilidade:** uma disposição por parte dos funcionários em alterar ou complementar a natureza do serviço segundo as necessidades do cliente;
- m. **Cordialidade:** o calor e a natureza da abordagem pessoal (em vez de abordagem física) no serviço, particularmente do grupo de contato, incluindo a atitude agradável, isto é a habilidade de fazer o cliente sentir-se bem-vindo e importante no contato operacional.
- n. **Funcionalidade:** a natureza do serviço e sua adaptação ao propósito da “qualidade do produto”, das instalações e dos artigos sofisticados;
- o. **Integridade:** a honestidade, a justiça, a imparcialidade e a confiabilidade com que os clientes são tratados no serviço;
- p. **Confiabilidade:** a confiabilidade e a consistência do desempenho das instalações, dos produtos e do pessoal da organização de serviço, incluindo a pontualidade de entrega e manutenção dos acordos com o cliente;



- q. **Responsividade:** velocidade e pontualidade na entrega do serviço, isto é, a rapidez da produção e a habilidade em responder prontamente às solicitações do cliente, com o mínimo tempo de espera;
- r. **Segurança:** segurança pessoal do cliente e de suas posses enquanto participa ou se beneficia do processo de serviço, inclui a manutenção da confidencialidade.

Ao entrar em um ambiente profissional e ético, o cliente já poderá iniciar a sua avaliação de qualidade, o que ressaltará a importância do cuidado com a qualidade de produtos e dos serviços apresentados.

## 5 | RESULTADOS

Pelo exposto e levando em consideração que o comportamento do consumidor - comprador dependerá basicamente de necessidades, capacidades, experiências respaldadas, fatores subjetivos pessoais, cultura, tradições, e aspectos do comportamento humano, chega-se aos determinantes da qualidade observados na avaliação de Habitações Unifamiliares no Brasil, trabalhando-se sobre o tópicos relacionados abaixo:

- a. características e particularidades comportamentais do cliente que compra habitações unifamiliares populares;
- b. determinantes da qualidade;
- c. parâmetros de evolução conceitual do projeto das estruturas de concreto expostos por POSSAN (2010). Resistência; durabilidade; desempenho; vida útil; custo do ciclo de vida e sustentabilidade;
- d. critérios de desempenho da **ISO 6241 (1984)**: estabilidade estrutural e resistência a cargas estáticas, dinâmicas e cíclicas; resistência ao fogo; resistência à utilização; estanqueidade; conforto higrotérmico; conforto acústico; conforto visual; durabilidade; higiene; conforto tátil; conforto antropométrico; qualidade do ar e custos.
- e. critérios de desempenho da **NBR 15575-1 (2013)**: desempenho estrutural, segurança contra incêndio, segurança na utilização e na operação, estanqueidade, desempenho térmico, desempenho acústico, desempenho luminoso, durabilidade e manutenibilidade, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, Conforto tátil e antropodinâmico e adequação ambiental.

Pelas articulações e agrupamentos por similaridade pelo método dedutivo, obtém-se os determinantes procurados, como **durabilidade, conforto, usabilidade, solidez, sustentabilidade e acessibilidade**. Pela durabilidade, o consumidor percebe que seu capital está sendo empregado em uma construção que não é “descartável” e

que, conseqüentemente, terá condições esperadas de estrutura e segurança por um tempo maior e relevante. Portanto, uma construção dentro dos quesitos mencionados acima, não irá necessitar de reparos e manutenção com frequência.

Neste contexto, entende-se que a moradia deverá apresentar condições agradáveis e de conforto para descanso, do proprietário do imóvel. Principalmente na questão de usabilidade do cliente, a estrutura, as distribuições de peças da casa, as escadas, os acessos e afins, foram devidamente planejados para a utilidade apropriada, no planejamento com facilidade e com preocupação com o usuário.

Por solidez entende-se uma construção robusta, firme, de difícil “quebra ou rachaduras” deverá apresentar segurança ao proprietário. A sustentabilidade é posicionada como uma questão de responsabilidade social e de crescimento responsável, e a acessibilidade como um atributo de respeito às pessoas, como ser humano, considerando as diversas hipóteses de acesso à residência, mesmo por condições limitadas de seus usuários.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que esta documentação explicativa e discutida, sobre as Habitações Unifamiliares Populares no Brasil, reconhecendo-se que estas estão prevalentemente relacionadas ao Programa Minha Casa Minha Vida, venha contribuir para a melhoria da qualidade das construções, favorecendo assim a satisfação e bem estar dos seus usuários. Considera-se que estes fazem parte integrante de uma classe de pessoas menos favorecidas, as quais geralmente tem nestas habitações a sua primeira casa própria. Possuem comportamentos heterogêneos no que se refere à avaliação da qualidade, de forma que entende-se que a qualidade é um conceito evolutivo e subjetivo relacionado a percepção e expectativas do cliente.

Com relação aos determinantes avaliados, não são únicos, mas por argumentações e correlações, podem ser discretizados nos seis itens expostos no desenvolvimento desta pesquisa (tópico 3 e 4). A visão de durabilidade e a acessibilidade, tendo-se como premissa que requerem desempenho das construções, corrobora com o conforto e durabilidade esperada a médio e longo prazo.

Em um contexto geral, tem-se que o consumidor valorizará tanto os aspectos tangíveis como intangíveis da sua propriedade. Visualizará ainda os sistemas, a inter-relação entre o usuário e a residência, a qualidade de vida ofertada pela obra, a questão dos gastos para a manutenção da construção e, enfim, uma série de fatores de preocupações básicas com a utilização segura, confortável e econômica da mesma.

Promover a execução de uma construção civil segura e confortável é pertinente ao profissional competente e ético, que deverá mobilizar o seu conhecimento, domínio e aplicabilidade com eficácia plena do seu cargo a este favor. Entende-se que o conhecimento do profissional não é apenas a acumulação de teorias, teoremas e

experiências, mas também a percepção integral do objeto final do seu cliente, embasados, principalmente, como determinantes da avaliação da qualidade e da satisfação da aquisição de seu imóvel.

Portanto, uma complexidade de valores e tradições a serem considerados no âmbito de consumo da engenharia civil, sendo relevantes na percepção, nas expectativas e nos aspectos subjetivos que envolvem a qualidade das residências unifamiliares.

É pertinente informar que esta pesquisa não teve a intenção de esgotar as discussões acerca do tema, mas salientar informações importantes sobre a realização da satisfação que as pessoas tem acerca da primeira casa própria no que refere-se a sua qualidade.

## REFERÊNCIAS

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575 - Partes 1-6: Desempenho de Edifícios Habitacionais.** 2013 Rio de Janeiro.

**BARONE, M.** *“Pobreza e mobilidade: como os pobres se locomovem no espaço metropolitano”*. In: BÓGUS, L. M. M. e PASTERNAK, S. (orgs.). 2009. Como anda São Paulo. Rio de Janeiro, Letra Capital/ Observatório das Metrôpoles.

**BONDUKI, N.** Do Projeto Moradia ao Programa Minha Casa Minha Vida. Teoria e Debate, n. 82. São Paulo, Editora Perseu Abramo. 2009.

**CASTILHOS, R.** *Subindo o morro: consumo, posição social e distinção entre famílias de classes populares*. Dissertação (Mestrado em Administração)– Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

**Câmara Brasileira da Indústria da Construção-CBIC, Banco de Dados.** Disponível em: Acesso em: 20/09/2016.

**DATAFOLHA.** O Brasil é Pobre. Disponível em: <http://datafolha.folha.uol.com.br/precos/2013/11/1369754-strongedicao-de-novembro-de-2013strong.shtml> . Acesso em: 20/10/2017.

**DE LUCA, M. A. S.** *A gestão da qualidade em processos primários de serviço: uma proposta de ferramenta aplicada ao processamento com pessoas*. 2007. 271f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.

**DURHAM, E.** *A Pesquisa antropológica com populações urbanas: problemas e perspectivas*. In: DURHAM, E. et al. (Org.). *A aventura antropológica*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986. p. 17-38.

**ISO 6241** Performance Standards in building – *Principles for their preparation and factors to be considered (Normalização e Desempenho dos Edifícios. Princípios de sua preparação e fatores a serem considerados)*. 1984

**KARSAKLIAN, E.** *Comportamento do consumidor*. São Paulo: Atlas, 2000.

**KRAUSE, C.; BALBIM, R. e LIMA NETO, V. C.** *Minha Casa Minha Vida, Nosso Crescimento: onde fica a Política Habitacional?* Texto para discussão 1853. Rio de Janeiro, IPEA, agosto. (2013)

**LAS CASAS, A. L.** *Marketing de Serviços*. 5. ed.-2 reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.

**LORENZETTI, M. S. B.** *A questão habitacional no Brasil*. Consultoria legislativa, jul. 2001.

**MORAIS, M.; CARNEIRO, T.; NETO, J.** *Projeto de Habitação de Interesse Social: Satisfação do Usuário Final*. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia e Ambiente Construído. Maceió. Anais. Viçosa: ETAC, 2014.

**MAINARDES, R.** *Marketing – idéias, reflexões e prática*. Gazeta do Povo, Curitiba, 22 maio 2006. Primeiro Caderno, p. 8.

**MCKENNA, R.** *Marketing de relacionamento: estratégias bem-sucedidas para a era do cliente*. Rio de Janeiro: Campus, 2004

**MIGUEL, P. CAUCHICK, A.** *Qualidade: enfoques e ferramentas*. São Paulo: Artliber, 2001.

**MOTTA, L. D.** *A questão da habitação no Brasil: políticas públicas, conflitos urbanos e direito a cidade*. Minas Gerais: UFMG, p. 1-15.

**MOYA, M. E.** “Os estudos sobre a cidade: quarenta anos de mudança nos olhares sobre a cidade e o social”. In: KOWARICK, L. e MARQUES, E. (orgs.). São Paulo: novos percursos e atores (sociedade, cultura e política). São Paulo, Ed. 34/CEM. 2011.

**POSSAN, E.** Modelagem da carbonatação e previsão de vida útil de estruturas de concreto em ambiente urbano. Tese de doutorado (Doutorado em engenharia) - Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre. 2010.

**ROLINK, R; ROYER, L. O.** *O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação*. Cad. Metrop., São Paulo, v. 17, n. 33, 127-154 pp, maio 2015.

**SADGROVE, Kit.** *Gerência de qualidade total: o guia para o ISO-9000*. Tradução de Henrique Amat Rego Monteiro. São Paulo: Clio, 1995.

**SCHIFFMAN, L. G.; KANUK, L. L.** *Comportamento do consumidor*. 6. ed. Tradução Vicente Ambrósio. São Paulo: LTC, 2000.

**SHIBA, S; GRAHAM, A; WALDEN, D.** *Quatro revoluções na gestão da qualidade*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

**SILVA, J.S; SILVA, J.P.** *Programa minha casa, minha vida como direito fundamental social à moradia*. Direto e Dialogicidade, v. 05, n. 02, jul/dez. 2014

**YACCOUB, H.** *A chamada “nova classe média”: cultura material, inclusão e distinção social*. *Horizontes Antropológicos*, Porto Alegre, ano 17, n. 36, p. 197-231, jul./dez. 2011.

**ZEITHAML, V. A.; PARASURAMAN, A.; BERRY, L. L.** *A excelência em serviços: como superar as expectativas e garantir a satisfação completa de seus clientes*. Tradução Cecília Camargo Bartalotti; revisão técnica Iná Futino Barreto. São Paulo: Editora Saraiva, 2014.

**ZEITHAML, V. A.; PARASURAMAN, A.; BERRY, L. L.** *Delivering quality service: balancing customer perceptions and expectations*. New York: The free press, 1990.

## A QUALIDADE EM SERVIÇOS A FAVOR DA VANTAGEM COMPETITIVA: PRINCIPAIS DETERMINANTES PARA OS PROCESSOS PRIMÁRIOS DE SERVIÇO (PPS)

**Marcelo Alexandre Siqueira De Luca**

Faculdades OPET – consultoriadeluca@gmail.com

**Fabiano Barreto Romanel**

Faculdades OPET - fabiano.romanel@opet.edu.br

**RESUMO:** Os mercados estão cada vez mais competitivos e a sobrevivência mercadológica está ficando mais acirrada. Empresas dividem clientes em um mesmo setor e, assim, buscam conquistar fatias de mercado cada vez maiores. Os clientes dão preferência a produtos e serviços que julgam ter melhor qualidade, usando para tal a avaliação subjetiva sob os determinantes da qualidade. No caso dos processos primários de serviço, os clientes são mais críticos na avaliação pelo alto contato que tem com os mesmos. A motivação da pesquisa dá-se sob a problemática: Que determinantes da qualidade em serviços podem possibilitar vantagem competitiva em processos primários de serviços? Justifica-se a pesquisa pelos impactos positivos que seus resultados podem trazer à sociedade, ciência, educação, empresas e estado atual do conhecimento. Metodologicamente é desenvolvida sob procedimentos bibliográficos, com coleta de dados sobre fontes secundárias e seu tratamento crítico dissertativo. A análise dos dados é qualitativa, e a inspiração é dada sobre o método dedutivo. O objetivo do estudo

é identificar que determinantes da qualidade em serviços podem possibilitar vantagens competitivas nos processos primários de serviço. Como resultado principal da pesquisa, identificou-se que os determinantes buscados são: flexibilidade, competência, cortesia e confiabilidade. O estudo não esgotou o assunto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lean constrution, Qualidade em Serviços, Construção civil, Otimização.

### QUALITY IN SERVICES AS COMPETITIVE ADVANTAGE: PRINCIPALS CONCERNS TO PRIMARY SERVICE PROCESSES (PSP)

**ABSTRACT:** Markets are increasingly competitive and market survival is getting more intense. Companies divide customers into the same market, and thus seek to gain ever larger slices in their domains. Customers give preference to products and services that they judge to be of better quality, using the subjective assessment under the determinants of quality. In the case of primary service processes, clients are more critical in the assessment because of the high contact they have with them. The motivation of the research is given under the problem: What determinants of quality in services can provide competitive advantage in primary service processes? Research is

justified by the positive impacts its results can bring to society, science, education, business and the current state of knowledge. Methodologically it is developed under bibliographic procedures, with data collection on secondary sources and critical treatment of the same. Data analysis is qualitative, and the inspiration is about the deductive method. The objective of the study is to identify which determinants of quality in services can provide competitive advantages in the primary service processes. As the main result of the survey, it has been identified that the determinants sought are: flexibility, competence, courtesy and reliability. The subject was not exhausted.

**KEYWORDS:** Lean construction. Quality in Services, Construction, Optimization

## 1 | INTRODUÇÃO

Os mercados estão ficando cada vez mais competitivos e acirrados, exigindo assim dos empresários aperfeiçoamentos para sobrevivência mercadológica. Técnicas produtivas, estratégias, redução de custos e afins estão sendo observados, e tudo numa constante de aperfeiçoamento e direção de gestão científica de negócios (CHIAVENATO; SAPIRO, 2004). Tentativas de redução de custos e ampliação dos canais de distribuição têm tido atenção dos gestores, numa intenção de aumento de redução de despesas e aumento de receitas (KOTLER; ARMSTRONG, 2004). Por fim, observa-se uma preocupação a favor da sobrevivência mercadológica.

Neste sentido, e unindo os pilares da qualidade em serviços, da vantagem competitiva e dos processos primários de serviço, que são processos nos quais o observador possui julgamento crítico por suas características, desenvolve-se o presente estudo. Sua motivação está na problemática: que determinantes da qualidade em serviços podem possibilitar vantagem competitiva em processos primários de serviços? Trata-se de uma questão importante e relevante, visto que seus resultados poderão impactar positivamente sobre a sociedade, educação, ciência e estado atual do conhecimento.

O objetivo geral do estudo é identificar que determinantes da qualidade em serviços podem possibilitar vantagens competitivas nos processos primários de serviço. E os objetivos específicos são: (a) identificar o que é qualidade, por meio de suas particularidades e características; (b) reconhecer o que são serviços e quais seus principais processos; (c) verificar o que é qualidade em serviços; (d) verificar o que são processos primários de serviço e vantagem competitiva. Este estudo representa uma crescente cumulativa de conhecimentos, ou seja, um incremento não inédito, porém original, para a ciência.

A pesquisa possui objetivo explicativo-analítico e caráter básico. A coleta de dados é feita sobre fontes secundárias (artigos, livros, periódicos e materiais científicos disponibilizados na internet), de tal sorte que a organização e tratamento dos mesmos é feito de maneira crítico-dissertativa (por agrupamentos segundo palavras-chave e ideias principais). A análise dos dados é qualitativa, e a inspiração se dá sob o método



dedutivo (LAKATOS, MARCONI, 2001). Dentre as principais obras utilizadas estão: Miguel (2001); Lovelock e Wright (2001); Zeithaml e Bitner (2003); Las Casas (2004); Marshall Junior (2005); e De Luca (2007).

O estudo é apresentado em seis seções, incluindo a introdução e as considerações finais. A seção “qualidade” identifica os principais conceitos de qualidade e suas particularidades com relação à percepção e avaliação por parte do cliente ou consumidor. Traz a mostra os aspectos qualitativos e comportamentais do consumidor a este respeito. A seção “serviços” reconhece os serviços pela concepção intangível e pelas suas principais características, identificando também os principais tipos de processos de serviços (serviços profissionais, lojas de serviço, serviços em massa e indústria de serviços). A quarta seção, “Qualidade em serviços”, faz a conjuntura entre os termos “Qualidade” e “Serviços”, de forma a mostrar como esse conceito é entendido aos intangíveis. A quinta seção, “A Qualidade em serviços para a vantagem competitiva nos processos primários de serviço”, cumpre o objetivo geral do estudo e apresenta os conceitos de vantagem competitiva e de processos primários de serviço e, na sequência, mostra como a qualidade em serviços pode ser usada para melhorar a vantagem competitiva nesses processos. As considerações finais mostram o cumprimento dos objetivos específicos e geral da pesquisa, também as dificuldades encontradas e apontam sugestões para trabalhos futuros.

## 2 | METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada segundo procedimentos bibliográficos, utilizando de fontes validadas para a ciência (livros, artigos ou materiais acadêmicos / científicos disponibilizados na internet). Os temas base foram Qualidade em Serviços e Vantagem Competitiva. Para a determinação das obras a serem utilizadas, segundo a relevância em citações, foi feita uma pesquisa exploratória em materiais científicos disponibilizados na internet (valendo-se de pesquisa avançada no google). Para todos os temas, foi utilizado a mesma maneira de proceder. No Google, acessou-se o menu “Configurar” e, então em “todas estas palavras”, digitou-se, por exemplo, “Qualidade em serviços”. Na mesma tela, em “esta expressão ou frase exata”, digitou-se “abstract”. Em “tipo de arquivo” escolheu-se “Adobe Acrobat PDF”. O resultado da busca foi mais de 22000 títulos. Abriu-se os 400 primeiros da lista, “artigos” publicados e em bibliotecas de faculdades / universidades e, então, em leitura exploratória, verificou-se os autores e obras mais citados. Fez-se uma busca em bases de dados e bibliotecas sobre estas fontes e, daí, lendo especificamente os tópicos de interesse, montou-se uma coletânea de recortes a se trabalhar (definições, particularidades, características, aplicabilidades e afins). Fez-se o agrupamento destes recortes por ideias principais e palavras chave. Após, foi feita a análise destes recortes. Verificou-se o que cada um contribuía ou ia contra as ideias do outro. Isso foi feito segundo análise qualitativa, valendo-se da observatória e interpretação dos autores. Assim feito, fez-se uma construção textual partindo-se

da ideia 5w2H (What, When, Who, Where, Why, How, How much). Para cada um dos temas abordados “Qualidade”, “Serviços”, “Qualidade em Serviços” e “Vantagem competitiva” foi-se montando o texto respondendo as perguntas “O que é (tema)”, “Quais as principais particularidades características (tema)”, “Quem está envolvido no tema”, e assim por diante. Em resumo, perguntas da metodologia 5W2H). Desta forma e segundo o objetivo expositivo, foram criados os “3” a “5” deste trabalho. Os mesmos sustentaram o tópico “6”, após argumentações e discussões. Neste tópico foram feitas argumentações e discussões, e isso afim de responder a questão: Como melhorar a relação ensino aprendizagem dos alunos de engenharia satisfazendo seus anseios aproveitando de suas capacidades e habilidades? Chegou-se então a um resultado tangível do estudo, cumprindo seu objetivo geral. Confrontou-se as características e determinantes da qualidade em serviços com vantagem competitiva, e atingiu-se o resultado principal da pesquisa (quadro 2), “determinantes da qualidade a favor da vantagem competitiva em processos primários de serviço”. Neste, identificaram-se os Determinantes da qualidade a favor da vantagem competitiva. A inspiração da pesquisa deu-se pelo método dedutivo, partindo-se do tema amplo para o específico. Muitos entendimentos foram concluídos de maneira indireta. Ao fim do trabalho, e seguindo a sequência apontada, foram satisfeitos os anseios do estudo sem esgotar o assunto. Seguiram-se os procedimentos de pesquisa bibliográfica apontadas por Gil (2007).

### 3 | QUALIDADE

A Qualidade pode ser entendida como um conceito incremental evolutivo que, ao longo do tempo e desde aproximadamente 1900, vem tendo conotações e impactos diferentes junto à sociedade (MARSHALL JÚNIOR, 2005). Sofre adaptabilidades devido a novas formas de se encarar e entender o comportamento do consumidor, e isso juntamente com um sistema de influencias mercadológicas, produtivas, e de negócios (MIGUEL, 2001). Inicialmente seu conceito foi calcado no tecnicismo, com o consultor americano Philip Crosby, o qual dizia e disseminava que um produto era de qualidade se ele estava de acordo com os requerimentos dele esperados (*Conformance to requirements*). Crosby lançou então o conceito técnico e métrico para a qualidade (CROSBY, 1994).

Por volta da década de 1940, e já com o incremento sócio técnico do conceito, o também professor e consultor americano, Joseph Juran, partindo de concepções que os produtos e serviços devem ser adequados para as finalidades a que se destinam, ou seu uso. Considera-se que um produto ou serviço é de qualidade se for adequado ao uso (*Fitness for use*) (JURAN; GRZYNA, 1991). Considerou aspectos qualitativos e de comportamento do consumidor, numa crescente de valorização das heterogeneidades e aspectos subjetivos a favor da percepção do cliente. Qualidade é

um conceito aplicado na reconstrução do Japão após a segunda guerra mundial, que tomou proporções pela valorização do sentimento de uso pelo consumidor (JURAN; GRYNA, 1993).

Nestes termos, o conceito evolutivo da Qualidade não considera tão e simplesmente os aspectos técnicos do produto mas, tão e principalmente, os aspectos de uso e comodidade do usuário. Um incremento “ergonômico” ao conceito, de modo que o consumidor começa a ser o foco e centro das atenções (OAKLAND, 1994). Por este entendimento, se um produto atender as métricas e não for adequado ao uso, ele não é considerado de qualidade. Os conceitos de qualidade foram evoluindo e incrementados, de modo a se considerar que cada autor que escreve sobre o tema dá sua contribuição qualitativa a respeito (SMITH, 1993).

Por volta da década de 1980 os Gurus da Qualidade passam a ressaltar o ser humano como um complexo mutante entre razões e emoções, com comportamentos, percepções e expectativas diferentes. Então correlacionam a qualidade de um produto ou serviço com a satisfação que geram no consumidor/cliente. (DEMING, 1992). Dizem que um produto ou serviço é de qualidade se o consumidor está satisfeito com ele.

Nesta época, em 1980, e sob a linha de satisfação *versus* qualidade, chega-se ao enfoque de Qualidade que se estende até os dias de hoje. Dentre seus precursores destaca-se o consultor e professor Edward Deming, o qual, tendo uma gama relevante de publicações, ampliou o conceito (DEMING, 1992). Instituições passam a usar este conceito, numa evolução baseada em aspectos comportamentais. Considera que o ser humano é único, e como tal percebe a mesma coisa de formas diferentes (para um mesmo produto ou serviço, uns ficam satisfeitos e outros insatisfeitos com o observado).

Por tudo, e entendendo-se a qualidade como um conjunto de atributos de processos, estruturas, produtos e serviços (SMITH, 1993, p. 236-241); que buscam satisfazer as necessidades presentes e futuras, implícitas e explícitas dos usuários (DEMING, 1992), de norma sistêmica (ISO 8402, 1986 apud OAKLAND, 1994; AMERICAN SOCIETY FOR QUALITY CONTROL apud KOTLER, 1998); fecha-se o entendimento da Qualidade conforme a ISO 9000/2000. Por ela, a Qualidade é entendida como o grau com que as características permanentes de algo satisfazem a requisitos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000).

Para a avaliação da qualidade são utilizadas dimensões específicas. Estas podem ser vistas como atributos de produtos, serviços ou processos, os quais são usados pelos clientes, consciente ou inconsciente, para a avaliação da qualidade dos mesmos. Envolvem aspectos tangíveis e intangíveis, ambientais, de valores agregados e afins, numa correlação crítico-subjetiva (SIQUEIRA, 2006), que começam a ser estudados em meados do século XX, e segundo Garvin (1984) são:

- a. desempenho - operações primárias de um produto
- b. funções - características secundárias que suplementam os funcionamentos

básicos do produto

- c. confiabilidade - probabilidade de uma falha do produto dentro de um período especificado de tempo
- d. conformidade - desenho e as características de um produto de acordo com padrões pré-estabelecidos
- e. durabilidade - medida de vida de um produto, considerando as dimensões econômicas e técnicas
- f. atendimento - velocidade, competência e cortesia de reparo
- g. estética - julgamento pessoal e reflexões de preferências individuais
- h. qualidade percebida - avaliação subjetiva dos consumidores acerca de produtos

Estes aspectos podem ser utilizados isoladamente ou em conjunto, tendo maior ou menor uso de acordo com o caso específico (GARVIN, 1984).

#### 4 | QUALIDADE EM SERVIÇOS

A Qualidade em serviços é uma aplicação dos conceitos da qualidade às ações “serviços”, considerando a avaliação pessoal, subjetiva, abstrata e dos clientes (LAS CASAS, 2004). Envolve percepção, expectativas e satisfações dos mesmos, levando-se em conta a intangibilidade e flexibilidade dos serviços. Um montante de especificidades voltadas à avaliação da qualidade nas ações, a saber uma avaliação parcial ou sistêmica que pode rotular, mesmo que momentaneamente, um serviço como de qualidade ou não (ZEITHAML; PARASURAMAN; BERRY, 1990 apud SCHIFFMAN; KANUK, 2000).

Neste termos, e visto que os clientes participam dos processos de serviços e os julgam, tem-se a dicotomia de influências e instabilidades (MIGUEL, 2001). Podem mudar o resultado final da prestação de serviços, afetando estes por suas necessidades, capacidades, interesses, estado emocional, condições socioeconômicas e intercorrências momentâneas. Um serviço pode ser prestado várias vezes a um cliente no mesmo dia, e ter avaliações da qualidade diferentes por ele (DE LUCA, 2007).

Nota-se neste âmbito, uma rede de saberes, ações e agires, numa construção interativa de valores e atendimento de necessidades. Aspectos e atributos qualitativos influenciando o julgamento da avaliação da qualidade pela percepção do cliente, balizando-se na teoria da desconfirmação de Oliver (1980) apresentada no Quadro 1:

|           |        |              |              |                       |
|-----------|--------|--------------|--------------|-----------------------|
| Percepção | Melhor | Expectativas | Satisfeito   | Serviço de qualidade  |
| Percepção | Igual  | Expectativas | Neutro       | Neutro                |
| Percepção | Pior   | Expectativas | Insatisfeito | Serviço sem qualidade |

Quadro 1 – Teoria da desconfirmação

Fonte: Adaptado de Oliver (1980)

Leva-se em conta que a satisfação do cliente surge como resultado da discrepância entre a percepção e a expectativa dele sobre algo, o que traz um caráter personalíssimo na avaliação (OLIVER, 1980). Faz-se necessário ter-se cuidado com as tomadas de decisão a respeito, não rotulando-se um serviço como de qualidade ou não de forma aleatória (DE LUCA, 2007). Basta o cliente, no mesmo dia, conhecer um serviço pior do que aquele que ele tinha julgado como falta de qualidade para, então, talvez mudar sua opinião sobre o primeiro (SCHIFFMAN; KANUK, 2000).

Por tudo, ressalta-se que a “Qualidade em serviços é o atendimento eficaz das necessidades e expectativas dos clientes” (PRAZERES, 1996), que também pode ser vista como a lacuna entre o esperado e percebido pelo consumidor (PARASURAMAN et al., 1985). Um constructo baseado no desempenho do serviço (CRONIN; TAYLOR, 1992), que tem a capacidade de satisfazer uma necessidade, resolver um problema ou fornecer benefícios a alguém (ALBRECHT, 1992). Os clientes usam determinantes da qualidade em serviços para avaliados os serviços (GIANESI; CORRÊA, 1996), sendo estes determinantes sustentados por Parasuraman, Zeithaml e Berry (1985) e Gianesi e Corrêa (1996) em Siqueira (2006 apud DE LUCA 2007, p.70-71)

- a. **Acesso:** A acessibilidade da localização do serviço, incluindo a facilidade de encontrar o ambiente de sua prestação e a clareza do projeto;
- b. **Estética:** A extensão em que os componentes do pacote de serviços estão de acordo ou ao agrado do cliente, incluindo a aparência e a atmosfera do ambiente, as instalações, os artigos genuínos e os funcionários;
- c. **Limpeza:** A limpeza e a aparência clara e atraente dos componentes tangíveis do pacote de serviços, incluindo o ambiente, as instalações, os bens e o pessoal de contato;
- d. **Conforto:** O conforto físico do ambiente e das instalações do serviço;
- e. **Flexibilidade:** Uma disposição por parte dos funcionários em alterar ou completar a natureza do serviço segundo as necessidades do cliente;
- f. **Disponibilidade:** A disponibilidade das instalações do serviço dos funcionários e dos bens oferecidos ao cliente. No caso do pessoal de contato, isso significa o índice funcionários/clientes e o tempo que cada funcionário dispõe para passar com o cliente individual. No caso da disponibilidade de bens, inclui a quantidade e variedade de produtos disponibilizados ao cliente;

- g. Comunicação:** A habilidade de comunicar o serviço ao cliente de maneira inteligível. Isso inclui a clareza, a totalidade e a precisão da informação verbal e escrita transmitida ao cliente e sua habilidade de ouvi-la e entendê-la;
- h. Competência:** A habilidade, a expertise e o profissionalismo com que o serviço é executado. Isso inclui a adoção de procedimentos corretos, a execução correta das instruções do cliente, o grau de conhecimento do serviço mostrado pelo pessoal de contato, a entrega de produtos finos, a orientação consistente e a habilidade de fazer bem o trabalho;
- i. Cortesia:** A educação, o respeito e a experiência mostrados pelo pessoal da organização de serviço, principalmente o pessoal de contato. Isso inclui a habilidade dos funcionários em não serem desagradáveis e intrusivos;
- j. Integridade:** A honestidade, a justiça, a imparcialidade e a confiabilidade com que os clientes são tratados no serviço;
- k. Confiabilidade:** A confiabilidade e a consistência do desempenho das instalações, dos produtos e do pessoal da organização de serviço. Isso inclui pontualidade de entrega e manutenção dos acordos com o cliente;
- l. Agilidade:** Velocidade e pontualidade na entrega do serviço. Isso inclui a velocidade da produção e a habilidade em responder prontamente às solicitações do cliente, com tempo de espera mínimo;
- m. Segurança:** Segurança pessoal do cliente e de suas posses enquanto participa ou beneficia-se do processo de serviço. Isso inclui a manutenção da confidencialidade.

Esses determinantes não são os únicos, nem mesmos esgotam o assunto. São resultados de pesquisas a respeito, num montante de ações e pensamentos afim de melhorar a qualidade em serviços.

## 5 | RESULTADOS

Visto os entendimentos de qualidade em serviços, e considerando que a vantagem competitiva constitui-se em uma estratégia sustentada por diferenciais e valores agregados para a sobrevivência mercadológica (BARNEY; HESTERLY, 2007); toma-se que os processos primários de serviço tocam os clientes externos e entregam serviços a eles (HRONEC, 1994), com “alto contato com o cliente” (GIANESI; CORRÊA, 1994, p. 42), e se vai ao alinhamento da solução da problemática. Parte-se da premissa que os diferenciais são inovações ou formas diferentes requeridas pelos clientes de se entregar produtos e serviços, e que os valores agregados são desejos dos clientes incorporados aos produtos / serviços para melhor satisfazê-los.

Como ponto de partida, considera-se que os serviços são prestados a pessoas e que as pessoas são únicas. Possuem pensamentos heterogêneo e comportamentos



diversos, ainda cultura, tradições, costumes, necessidades, capacidades, níveis de instrução e diferentes (devido inclusive a condições sócio-econômicas), de modo que é difícil satisfazer a todas (SCHMENNER, 1999). Elas são complexas e de pensamento mutante, entretanto, julgam serviços e produtos. Utilizam para isso os determinantes da qualidade / qualidade em serviços, numa forma construtiva de discrepâncias entre percepções e expectativas a favor da satisfação ou não com o avaliado. Por isso, e para a vantagem competitiva (diferenciais e valores agregados), os determinantes da qualidade devem ser observados e trabalhados (LAS CASAS, 2004).

Observando os determinantes da qualidade de Siqueira (2006 apud DE LUCA, 2007), e considerando os processos primários de serviços possuem alto grau de conta com os clientes (aplicados diretamente sobre o corpo deles), tais como serviços de cabelereiro, maquiagem e afins, busca-se os determinantes da qualidade em serviços que podem possibilitar, ao mesmo tempo, diferenciais e valores agregados nos serviços. Chega-se ao Quadro 2, cuja elaboração considera o serviço de corte de cabelo. Então pergunta-se: Esse determinante pode trazer diferenciais e valores agregados para o serviço ao mesmo tempo?

| Determinante    | Diferenciais | Valor Agregado | Considerações   |
|-----------------|--------------|----------------|---|
| Acesso          |              |                |   |
| Estética        |              |                |   |
| Limpeza         | ✓            |                |   |
| Conforto        | ✓            |                |   |
| Flexibilidade   | ✓            | ✓              | O cliente pode pedir algo de diferente para o prestador de serviços, e sabe que este vai buscar atendê-lo.  |
| Disponibilidade | ✓            |                |   |
| Comunicação     |              |                |   |
| Competência     | ✓            | ✓              | O cliente acredita na capacidade e competência do prestador de serviços, de modo que fica seguro em expor seus desejos e crê que vai ser atendido a contento. |
| Cortesia        | ✓            | ✓              | O cliente, quando em presença de um prestador de serviços cortez, sente-se a vontade para expressar seus desejos com relação ao serviço.                      |
| Integridade     |              |                |   |
| Confiabilidade  | ✓            | ✓              | O Cliente tem confiança em trocar ideias com o prestador de serviços, sobre seus desejos, e crê que o combinado será executado.                               |
| Agilidade       | ✓            |                |   |
| Segurança       | ✓            |                |   |

Quadro 2 – Determinantes da qualidade a favor da vantagem competitiva em processos primários de serviço (PPS)

Fonte: Os autores.

Pelo exposto, nota-se que os determinantes da qualidade em serviços que

respondem a problemática de pesquisa são: Flexibilidade, competência, cortesia e confiabilidade.

Em relação à flexibilidade, como uma característica dos serviços, dá a possibilidade de uma personalização dos mesmos. O cliente pode fazer solicitações de como quer que o serviço prestado, atendendo assim seus reequiperamentos com personalização. Contribui para a satisfação do cliente, numa customização que conduz a valores agregados. Leva assim a vantagem competitiva.

Já em relação à competência, tem-se que o cliente sente-se seguro ao estar participando de um processo com um profissional que tem habilidades e capacidades no que faz, devendo executar o serviço da melhor e mais correta maneira possível. A partir da possibilidade de problemas que possam ocorrer, deixa o cliente tranquilo a partir da resolução de problemas onde demonstre esse conhecimento. Dessa forma, o cliente sente-se a vontade em fazer solicitações de personalização, o que se traduz em valores agregados sem correr o risco de ter resultados ruins e inesperados. Este é mais um ponto favorável a vantagem competitiva por esse atributo.

Sobre a cortesia, tem-se um ponto interessante a favor da vantagem competitiva. Quando o processo está sendo realizado no corpo da pessoa, por exemplo, faz-se necessário que ela se sinta à vontade com o prestador de serviços. Desta forma, a cortesia facilita a vantagem competitiva a partir do momento que o cliente tem a possibilidade de fazer solicitações de personalização ao prestador de serviços, sem risco de acabar sendo mal tratado por tal prestador.

Por fim, e sobre a confiabilidade, tem-se que agrega valor ao serviço a partir do momento que, de maneira direta, o cliente sabe que não está sujeito a amadores no assunto (possibilidade mínima de lhe dar “prejuízos” facilmente observados pelos outros). Confia no desempenho do prestador, de modo a ficar tranquilo com relação ao resultado do processo.

Assim, tem-se a identificação dos determinantes da qualidade em serviços que, de maneira direta ou indireta, colaboram para diferenciais e valores agregados nos processos primários de serviço (vantagem competitiva). Ressalta-se a importância de se seguir os determinantes indicados para este fim, visto que nos processos primários de serviço a criticidade de julgamento dos clientes é maior. Afinal, o serviço é prestado sobre o corpo do cliente e, qualquer erro, pode lhe causar transtornos e aborrecimentos de difícil reparação.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por todo o exposto e argumentado, chega-se ao final do estudo com os objetivos cumpridos. Identificou-se que a Qualidade, numa evolução histórica construtivista, é um conceito mutante que, desde a década de 1990, vem permeando no ambiente mercadológico e acadêmico. Começou sob o entendimento técnico, indo na sequência

para o sociotécnico. Na atualidade, segunda década do século XXI, relaciona-se com a satisfação do cliente. Deste modo, entende-se que se um cliente está satisfeito com um produto ou serviço, este produto ou serviço é de qualidade para ele.

Com relação aos serviços, reconheceu-se que são ações prestadas por algo ou alguém a um terceiro e a benefício deste. Possuem características de intangibilidade, simultaneidade, heterogeneidade e correlatas, sendo resultados de processos.. Dentre estes, tem-se os serviços profissionais, lojas de serviços, serviços em massa e indústrias de serviço. Variam um a um pela personalização e tempo dispendido com os clientes (clientes atendidos na unidade de tempo). Cada processo tem suas particularidades, mas todos têm a finalidade de atender o cliente / consumidor em suas necessidades.

Sobre a Qualidade em serviços, identificou-se que pode ser entendida como a conjunção entre os conceitos de qualidade e serviços, numa aplicabilidade cercada de subjetividades, pessoalidades e influencias de comportamentos. Considera a heterogeneidade de consumidores em termos culturais, de tradições, costumes, níveis de formação/instrução, condições sócioeconômicas e experiências de consumo, levando-se em conta que clientes diferentes vão avaliar a qualidade de um mesmo serviço de maneiras diferentes. O que é de qualidade para um cliente, pode não ser de qualidade para outro. Reconheceu-se também que a qualidade em serviços, de maneira direta ou indireta, é avaliada pelos clientes por meio dos determinantes da qualidade em serviços.

Com relação aos processos primários de serviço, e a vantagem competitiva, identificou-se que os primeiros são processos de serviço que tem alto grau de contato com os clientes (aplicados sobre os clientes); e que a vantagem competitiva faz parte de uma estratégia de sobrevivência mercadológica pela oferta, ao mercado e aos clientes, de diferenciais e valores agregados nos produtos e serviços. Entende-se os diferenciais sob o aspecto inovador, tendo-se que os valores agregados são os atributos que os clientes desejam, e dão valor, nos produtos/serviços que consomem.

Por fim, e sobre a correlação entre a qualidade em serviços e a vantagem competitiva, nos processos primários de serviço, identificou-se que a qualidade em serviços pode ser usada, nestes processos e a favor da vantagem competitiva, a partir do uso de determinantes específicos (flexibilidade, competência, cortesia e confiabilidade). Assim, e tendo-se que estes determinantes podem possibilitar simultaneamente diferenciais e valores agregados nos processos primários de serviço, chegou-se ao resultado principal da pesquisa, ou seja, cumprimento do objetivo geral. Ressalta-se que houve dificuldades durante a pesquisa, e que esta não veio esgotar o assunto. Sugere-se que seja refeita, por outro autor e a outro tempo, utilizando-se procedimentos de levantamento, afim de verificar ou refutar os resultados ora encontrados.

## REFERÊNCIAS

**ALBRECHT, Karl.** *Revolução nos serviços*. São Paulo: Pioneira, 1992.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR ISO 9000: Sistemas de Gestão da Qualidade – Fundamentos e Vocabulário. Rio de Janeiro: ABNT, 2000. 26 p.

**BARNEY, J.B.; HESTERLY, W. S.** *Administração estratégica e vantagem competitiva*. São Paulo: 2007.

**CHIAVENATO, I.; SAPIRO, A.** *Planejamento Estratégico*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

**COOPER, Cary L.; ARGYRIS, Chris.** *Dicionário Enciclopédico de Administração*. São Paulo: Atlas, 2003.

**CROSBY, Philip B.** *Qualidade é Investimento*. 6. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1994.

**DE LUCA, Marcelo Alexandre Siqueira.** *A gestão da qualidade em processos primários de serviço: uma proposta de ferramenta aplicada ao processamento com pessoas*. 2007. 271 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007

**DEMING, W. Edwards.** *Out of the crisis: quality, productivity and competitive position*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

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

**GARVIN, D. A.** *What Does 'Product Quality' Mean?* Sloan Management Review, ABI/INFORM Global, (pre-1986), 26, 1, p. 25-43, 1984.

**HRONEC, Steven M.** *Sinais vitais: usando medidas do desempenho da qualidade, tempo e custo para traçar a rota para o futuro de sua empresa*. Tradução Kátia Aparecida Roque. São Paulo: Makron Books, 1994

**JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M.** *Controle da qualidade handbook: conceitos políticos e filosofia da qualidade*. v. 1. São Paulo: Makron Books, 1991.

\_\_\_\_\_. *Quality planning and analysis: from product. development through use*. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1993.

**KOTLER, P.; ARMSTRONG, G.** *Princípios de Marketing*. 9 ed. São Paulo: Prentice Hall do Brasil, 2004.

\_\_\_\_\_. *Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle*. São Paulo: Atlas, 1998.

**LAS CASAS, Alexandre Luzzi.** *Qualidade total em serviços: conceitos, exercícios, casos práticos*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

**LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade.** *Fundamentos de metodologia científica*. 4.ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2001.

**LOVELOCK, C.; WRIGHT, Lauren.** *Serviços: marketing e gestão*. Tradução Cid Knipel Moreira. São Paulo: Saraiva, 2001.

**MARSHALL JUNIOR, Isnard; ROCHA, Alexandre Varanda; MOTA, Edmarson Bacelar; QUINTELLA, Odair Mesquita.** *Gestão da qualidade*. 5. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

**MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick.** *Qualidade: enfoques e ferramentas*. São Paulo: Artliber, 2001.

**OAKLAND, John S.** *Gerenciamento da qualidade total*. Tradução de Adalberto Guedes Pereira. São Paulo: Nobel, 1994.

**PARASURAMAN, A.; ZEITHAML, V. A.; BERRY, L. L.** *A conceptual model of service quality and its implications for future research*. *Journal of Marketing*, v. 49, p. 41-50, 1985.

**PRAZERES, Paulo Mundin.** *Dicionário de termos da qualidade*. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

**SCHIFFMAN, Leona G.; KANUK, Leslie Lazar.** *Comportamento do consumidor*. 6. ed. Tradução Vicente Ambrósio. São Paulo: LTC, 2000.

**SIQUEIRA, Daniel Madureira Rodrigues.** *Avaliação da qualidade em serviços: uma proposta metodológica*. Florianópolis, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina.

**SMITH, Gerald F.** *The meaning of quality*. *Total Quality management*, v. 4, n. 3, p. 235-244, 1993.

**ZEITHAML, Valarie A.; BITNER, May Jo.** *Marketing de serviços: a empresa com foco no cliente*. Tradução Martin Albert Haag e Carlos Alberto Silveira Netto Soares. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

## ANÁLISE DA CORROSÃO SOBRE TENSÃO NO AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO 304

### **Edilange Moreira da Costa**

Faculdade Pitágoras  
São Luis - MA

### **Claudio Roberto Silva Junior**

Faculdade Pitágoras  
São Luis - MA

### **Gustavo Henrique Andrade Sousa**

Faculdade Pitágoras  
São Luis - MA

### **José Ribamar Santos Moraes Filho**

Faculdade Pitágoras  
São Luis - MA

**RESUMO:** Os aços inoxidáveis Austeníticos são materiais de uso no cotidiano por elevada resistência à corrosão, devido ao alto teor de Cr. Fomentam sua aplicação em vários setores da indústria, trabalhando sob ambientes corrosivos onde o Aço cromo-níquel, inoxidável Austenítico 304, tipo 18-8 é usado com frequência na fabricação de válvulas, equipamentos hospitalares e farmacêuticos. O presente estudo tem intenção de criar uma discussão a respeito do efeito da corrosão sob tensão em aços inoxidáveis Austeníticos com atenção especial no que se refere à agressão dos meios corrosivos e a influência do tempo na suscetibilidade ao fenômeno de corrosão sob tensão (CST). O metal base de estudo foi submetido a meios

ácidos, contendo 6% de ácido sulfúrico para simulações de tubulações de gás natural e em meios cloretados e fluoretados contendo 3,5% de NaCl simulando a salinidade de São Luís do Maranhão. O método utilizado no ensaio de CST foi à de deformação constante, no qual os corpos de provas são dobrados em U segundo a norma ASTM G 30, colocados em solução durante um período de 60 dias, posteriormente avaliando o desgaste provocado pela corrosão de forma quantitativa por perda de massa e por inspeção visual a cada sete dias.

**PALAVRAS CHAVE:** Austeníticos, Corrosão sob tensão, Meios deteriorantes.

### **CORROSION ANALYSIS ON VOLTAGE:**

#### **STAINLESS STEEL STRENGTH 304**

**ABSTRACT:** Austenitic stainless steels are everyday materials for high resistance to corrosion due to the high Cr content. They foster their application in various industry sectors, working under corrosive environments where Austenitic 304 stainless steel, type 18-8 stainless steel is frequently used in the manufacture of valves, hospital equipment and pharmaceuticals. The present study intends to create a discussion about the effect of stress corrosion on Austenitic stainless steels with special attention to the aggression of corrosive



media and the influence of time on susceptibility to the phenomenon of stress corrosion (CST). The study base metal was submitted to acidic means containing 6% of sulfuric acid for simulations of natural gas pipelines and in chlorinated and fluoridated media containing 3.5% of NaCl simulating the salinity of São Luís - Maranhão. The method used in the CST test was that of constant deformation, in which the test bodies are folded in U according to ASTM G 30, placed in solution during a period of 60 days, later evaluating the wear caused by the corrosion quantitatively By mass loss and by visual inspection every seven days.

**PALAVRAS CHAVE:** Austenitic, Corrosion under tension, Deteriorating media

## 1 | INTRODUÇÃO

Os problemas com corrosão são causas incidentes nos dias atuais, os materiais metálicos são fortemente atacados por esse fenômeno. Devido a essas características a impulsão de estudos nessa área é gradual, buscando o combate a esse fator por estudos e práticas experimentais, verificando principalmente as variações de temperatura, elementos de liga, grau de suscetibilidade a corrosão e outras capacidades quantitativas ao caso que influenciaram diretamente no desenvolvimento do estudo, Machado *et al.*(2013).

Nos últimos anos, a crescente produção de aços inoxidáveis tem revelado o quão importante são os mesmos para a justaposição de demanda humana, de forma suas propriedades de resistência, baixa rugosidade, boa fundição e metalurgia, além que não existe interferência química. Todo esse contexto possibilita o investimento alto das indústrias nessa matéria sendo assim a ênfase deste elemento é o combate a corrosão onde sobre salva a idéia que 30% dos metais produzidos hoje são para remanejo e reposição de aços atacados. Megid *et al.*(2013).

Corrosão pode ocorrer de diversos tipos de ataques, devido a essa razão foi escolhida como modelo de projeto de pesquisa uma subcategoria explicita como corrosão sob tensão que sucintamente reflete a imagem de trincas na superfície do material, diminuindo sua resistência e enfraquecimento energético do estado original do material, englobando a linha de raciocínio, revela-se os ataques que levam o material a corroer e a perder suas características, sua discrepância explica como cada reação enfraquece o metal. Os aços inoxidáveis Austenítico ocupam posição de destaque tanto em seus elementos de liga, como na sua linha de produção, onde é o primeiro mais produzido entre a classe dos inoxidáveis, material com uma demanda alta e vantajosa, é frequentemente estudado para obtenções de melhorias e difusões de idéias sobre os inoxidáveis, e com seu elemento principal que é o cromo, torna o mesmo um excelente produto contra a corrosão e trocas térmicas, a ISSF (Internacional Stainlees Steel Forum) dispõe todos esses dados e vastos estudos sobre este metal. Da Silva *et al.*(2008).

Visando as informações obtidas o estudo será encarregado de manusear, testar

e averiguar as condições da corrosão sob tensão do aço Inoxidável Austenítico 304, características como resistência a corrosão, abrasão e tratamento térmico a vários níveis. A metodologia de trabalho será avaliar em laboratório os moldes, cortes e dobraduras em dimensões específicas para os corpos de prova que foram atacados **eletroliticamente** para fins de resultados como perda de massa e taxas da corrosão sob tensão semanalmente durante um período de 60 dias para o ataque de NaCl e 60 dias para Ácido sulfúrico.

## 2 | METODOLOGIA

Os corpos-de-prova utilizados para a realização dos ensaios de perda de massa foram usinados a partir do aço inoxidável Austenítico 304, inicialmente foram cortados em chapas nas dimensões de 120 x 20 x 1,5 mm e dobrado a uma curvatura de 32° em formato U, furado com furadeira de bancada e por fim parafusados para manter o grau de curvatura, de acordo com a norma ASTM G30-97 encontrada em Rodrigues et al.(2011). Para uma melhor visualização de como foi efetuado as mudanças nos corpos de prova, a Figura 1 a seguir ilustra estes procedimentos.

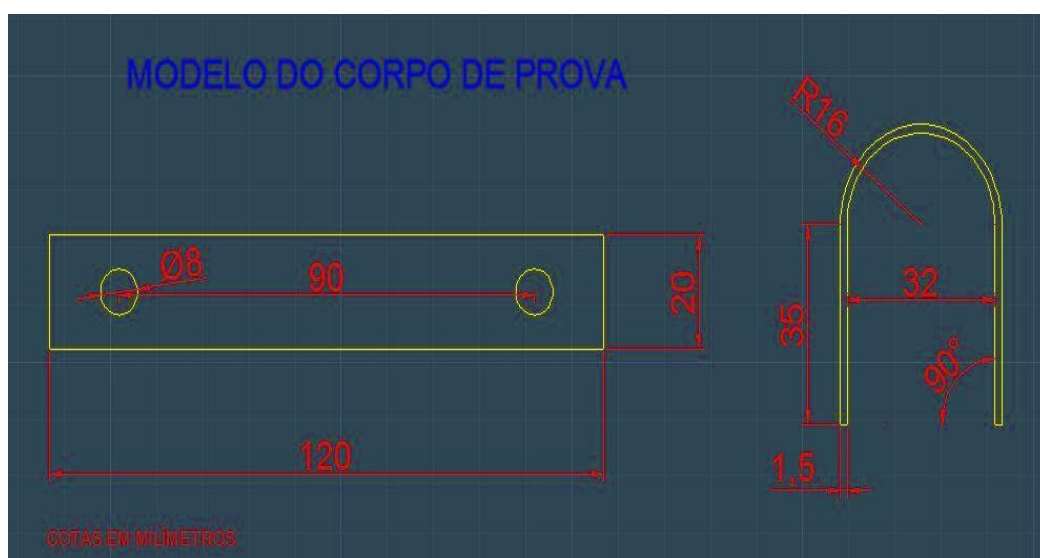


Figura 1: Modelo de corpo de prova

Com a finalidade de investigar a perda de massa, foram selecionadas 6 corpos de prova, os quais foram inicialmente pesados em uma balança analítica ao décimo de miligrama, obtendo-se sua massa inicial, e sendo devidamente identificado conforme ilustra a Figura 2.

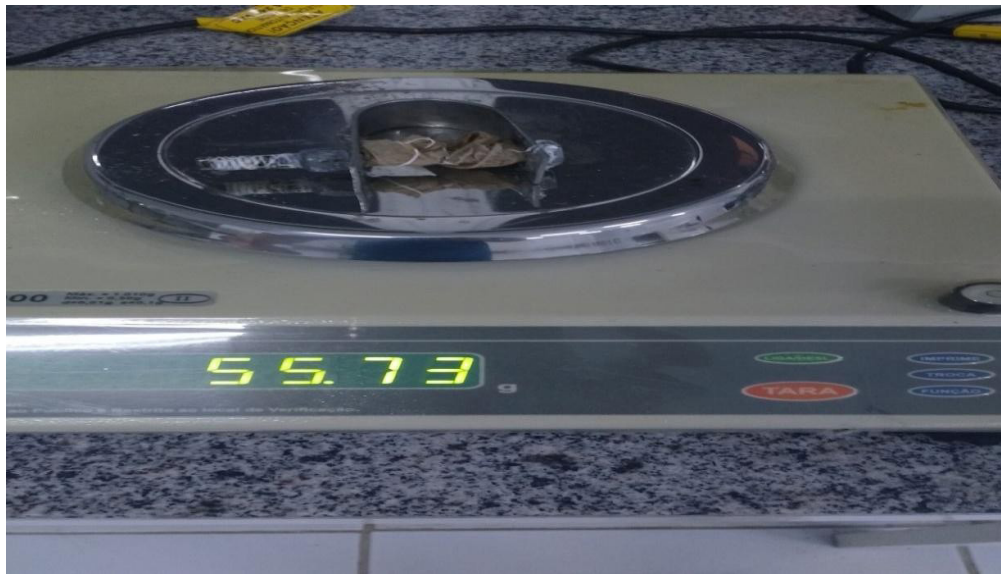


Figura 2: Ilustração de Pesagem do metal

Em seguida as amostras foram polidas e, posteriormente, foram submersas 3 a 3 em solução de NaCl e Ácido Sulfúrico, e pendurados por bastões a fim de manter só a parte útil do corpo de prova submerso em solução. As amostras foram expostas ao meio corrosivo, durante 60 dias tanto para reação de ácido sulfúrico na figura 3 abaixo quanto para o NaCl.

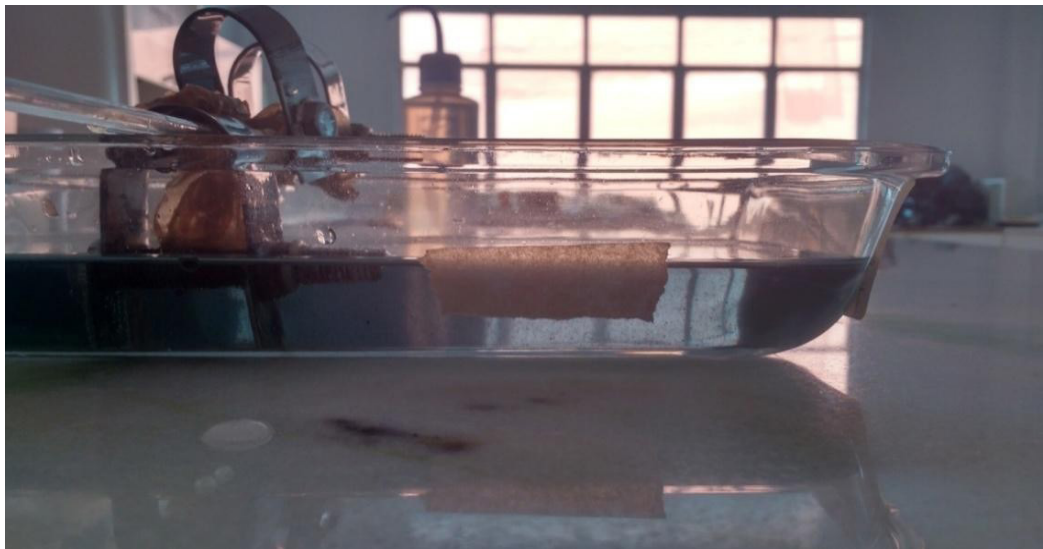


Figura 3: Ácido Sulfúrico

A solução era trocada em média a cada 7 dias para constar a sua renovação e a força química do ensaio. Neste mesmo momento, os corpos-de-prova foram retirados, lavados com água corrente, solução de Clark e secos com álcool anidro, e em seguida eram pesados em balança analítica como mostra a figura 3, esse procedimento foi repetido durante os 60 dias de exposição. Com o intuito de evitar a perda de água por evaporação, cada recipiente de amostra foi coberto com plástico tipo filme, a fita foi utilizada para averiguar a marcação do nível de solução que os corpos perdiam durante

os ensaios, mesmo cobertos por papel filme. Por fim, a superfície externa da região útil foi observada com objetivo de detectar trincas perante a corrosão sob tensão. Com tudo a organização dos dados experimentais obtidos durante os experimentos realizados foram avaliados com o foco de calcular a perda de massa e a taxa de corrosão dos corpos, levando em consideração os vários parâmetros de ensaios e a força dos ataques.

### 3 | PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Após os testes com o Aço Inoxidável Austenítico AISI 304, conforme as condições citadas na metodologia obtiveram-se os resultados por meio da norma NACE RP-07-75a fim de verificar o grau da perda de massa em diversos metais e que calcula a taxa de corrosão por mmy/ano (milímetros ao ano). Para o cálculo da taxa de corrosão foi verificada a perda de massa ocorrida durante o ensaio de corrosão, subtraindo-se da sua massa original após o ensaio. Os corpos de prova foram pesados em balança analítica com precisão de milésimo de grama como foi ilustrado na figura 2. A Tabela 1 relaciona a taxa de corrosão em mmy/ano (milímetros por ano) de ligas típicas de ferro e níquel com a sua resistência à corrosão, segundo Pascoal ET al. (2008).

| Taxa de corrosão (mm/ano) | Corrosividade |
|---------------------------|---------------|
| < 0,025                   | Baixa         |
| 0,025 a 0,12              | Moderada      |
| 0,13 a 0,25               | Alta          |
| > 0,25                    | Severa        |

Tabela 1: Classificação da taxa de corrosão do aço carbono (Norma NACE RP-07-75)

O cálculo foi efetuado de acordo com a Norma NACE RP-07-75, através da seguinte equação:

$$\text{Taxa de corrosão (mm/ano)} = \frac{\text{Perda de massa (g)} \times 365 \text{ (dias/ano)} \times 10 \text{ (mm/cm)}}{\text{Densidade do metal (g/cm}^3\text{)} \times \text{área (cm}^2\text{)} \times \text{tempo (dias)}}$$

Equação 1: Cálculo da taxa de corrosão

Sendo:

A = área exposta do cupom de prova (cm<sup>2</sup>) = 50mmx20mm=10 cm<sup>2</sup>

D= densidade do cupom de prova=7.86 (g/cm<sup>3</sup>)

T= tempo de exposição (Média de dias) = 7 dias por semana

Tx = Taxa de corrosão (mm/y) = Milímetros por ano

W = perda de massa= (gramas)

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados do ensaio de perda de massa de todas as amostras estão resumidos na Tabela 2 e 3 a seguir. As taxas de corrosão apresentadas consistem na média aritmética das perdas de massa para os três corpos-de-prova contidos em cada recipiente e encontram-se expressas na unidade milímetros por ano (mmy/ano). É o método de avaliação da corrosão mais simples e extensivamente utilizado, sendo útil para o estudo de casos de corrosão generalizada.

| Tempo de exposição dias: | Massa Inicial/gramas | Massa Final/gramas | Perda de Massa em gramas | Taxa de Corrosão (mmy/ano) |
|--------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|
| 7                        | 55.90                | 53.07              | 2.83                     | 18.77408                   |
| 15                       | 55.90                | 51.89              | 4.01                     | 12.41434                   |
| 23                       | 55.90                | 49.43              | 6.47                     | 13.063115                  |
| 30                       | 55.90                | 49.27              | 6.63                     | 10.26272                   |
| 37                       | 55.90                | 48.77              | 7.03                     | 8.82315                    |
| 45                       | 55.90                | 48.39              | 7.51                     | 7.74992                    |
| 53                       | 55.90                | 44.73              | 11.17                    | 9.78695                    |
| 60                       | 55.90                | 42.10              | 13.9                     | 10.75805                   |

Tabela 2: Perda de Massa e Taxa de corrosão do Austenítico AISI 304 por ataque de ácido sulfúrico

| Semanas | Massa Inicial/gramas | Massa Final/gramas | Perda de Massa em gramas | Taxa de Corrosão (mmy/ano) |
|---------|----------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|
| 7       | 56.93                | 56.55              | 0,31                     | 2.05652                    |
| 15      | 56.93                | 56.50              | 0,43                     | 1.33121                    |
| 23      | 56.93                | 56.42              | 0,51                     | 1.02970                    |
| 30      | 56.93                | 56.36              | 0,57                     | 0.88231                    |

|    |       |       |      |         |
|----|-------|-------|------|---------|
| 37 | 56.93 | 56.26 | 0,67 | 0.84089 |
| 45 | 56.93 | 55.95 | 0.98 | 1.01130 |
| 53 | 56.93 | 55.90 | 1.03 | 0.90246 |
| 60 | 56.93 | 55.73 | 1.2  | 0.92875 |

Tabela 3: Perda de Massa e Taxa de Corrosão do Austenítico AISI 304 por ataque de NaCl

Com os dados apresentados a seguir observa-se que a força do ataque do ácido sulfúrico é mais forte que a de NaCl e desta maneira, perante o pouco tempo de teste o material conseguiu resistir ao ataque, mesmo com a perda de massa não houve trincas isso explica muito bem o porquê do seu uso no cotidiano da população, os gráficos de 1 a 4 representam a variação da taxa de corrosão por milímetros por ano e perda de massa no decorrer das semanas do material base de estudo

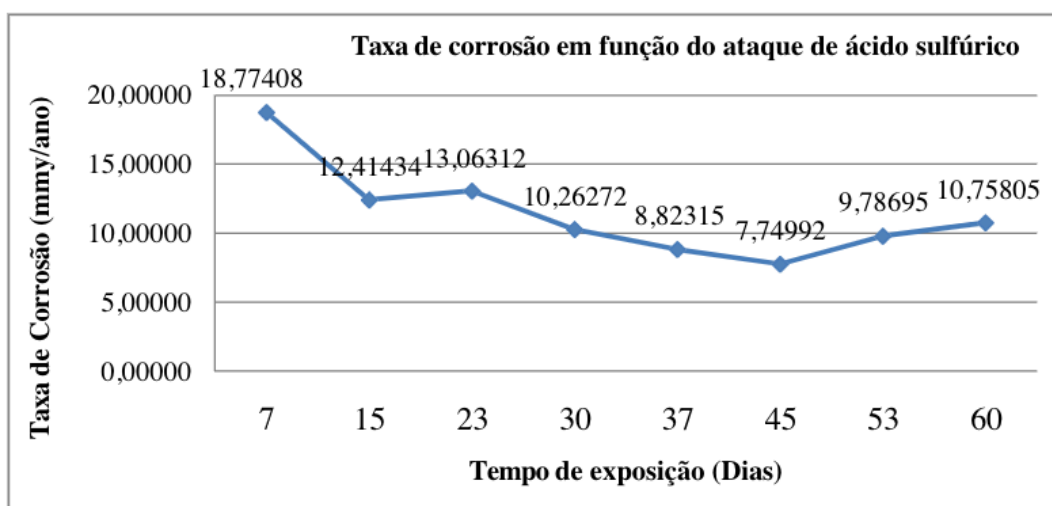


Gráfico 2: Taxa de corrosão do Austenítico 304, atacado por ácido sulfúrico.

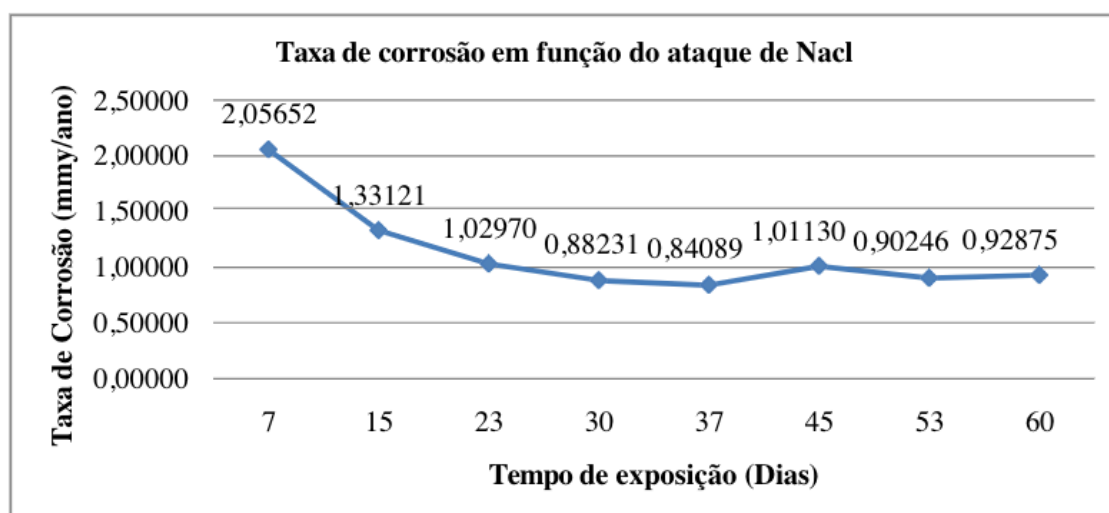


Gráfico 3: Taxa de corrosão do Austenítico 304, atacado por NaCl.



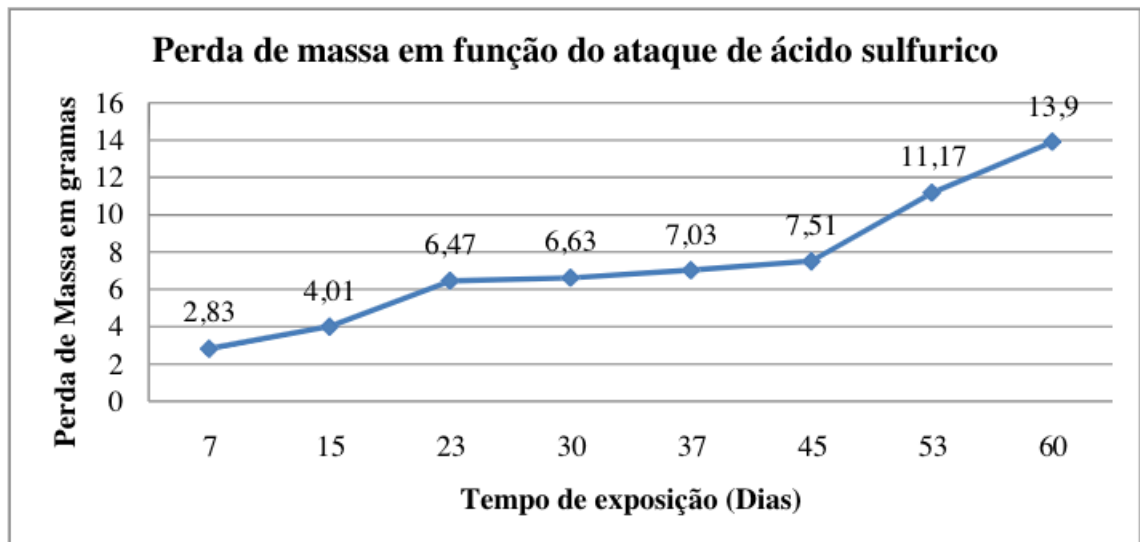


Gráfico 4: Perda de massa do Austenítico 304 atacado por ácido sulfúrico

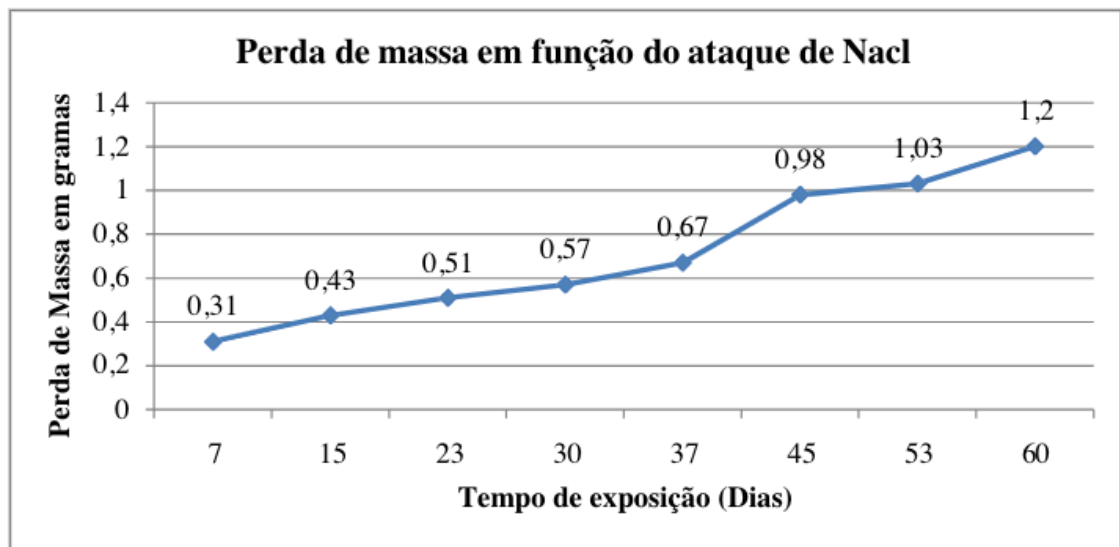


Gráfico 5: Perda de massa do Austenítico 304 atacado por NaCl.

Com a disposição dos resultados pode-se classificar a taxa de corrosão dos materiais experimentados como altamente severa, perante a tabela 1 demonstrada acima, o aceitável para corrosividade é de até 0,25 milímetros por ano, tendo em vista que todos os resultados demonstraram picos muito maiores que esse valor, chegando até 50 vezes maior no caso da primeira semana de teste do ácido sulfúrico, desta maneira é demonstrado o porquê de tantas perdas com reuso de materiais corroídos que são frequentemente usados em tubulações de gás natural e outras que vão de encontro à água do mar. A maioria das vezes para suprir essa necessidade são usadas ligas metálicas aditivadas a este material, para tenta diminuir a expansão da corrosão e amenizar tanto retrabalho e outros custos.

## 5 | CONCLUSÃO

Neste estudo foi realizada a experimentação a cerca do Austenítico 304 no que se refere a sua suscetibilidade a reagir à corrosão, em especial a corrosão sob tensão. O material foi atacado por dois meios químicos que são presentes em São Luís do Maranhão, exposto à agressão do NaCl e ácido sulfúrico simulando a água do mar e as tubulações de gás natural, desta maneira com o auxílio de ferramentas especializadas o material foi dobrado e tensionado a uma curvatura para ter características de U conforme a norma metodológica (Norma NACE RP- 07-75) As análises realizadas neste trabalho permitiram concluir que o aço utilizado Austenítico 304 agiu como material não adequado a ser usado na simulação de dutos, pois com o andar dos experimentos observou-se que a degradação do metal em ácido sulfúrico foi maior e a de NaCl resistiu com mais facilidade. Mesmo sem apresentar trincas os materiais apresentaram corrosividade altamente severa, com uma taxa de corrosão muito acima dos limites aceitáveis para esta aplicação, mesmo com pouco tempo de exposição. Os objetivos propostos e as metas correspondentes neste trabalho permitiram extrair as seguintes conclusões: Maior pico de taxa de corrosão de mm/ano=18.77408 para ácido sulfúrico e 2.05652 para NaCl. O material inicial perdeu 13,9 gramas em apenas 60 dias de exposição em ácido sulfúrico, já o de NaCl perdeu cerca de 1,2 gramas, todos os resultados foram extraídos por meio de uma média com todos os materiais pesados separadamente em balança de precisão.

## REFERÊNCIAS

**DA SILVA, R. C. B., AND T. R. PONTES FILHO.** “Corrosão do aço carbono em meio sulfato na presença da bactéria *Salmonella anatum*.” *Revista Matéria* 13. 2 (2008): 282-293

**Machado, M. C. R.** (2013). *Velocidade da corrosão do aço em argamassas cimentícias modificadas com polímeros (Doctoral dissertation, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa).*

**Megid, M. B. C.** (2013). *Caracterização microestrutural de uma estrutura tubular aeronáutica submetida a sucessivos reparos de solda TIG.*

**Nascimento, Carmem Célia Francisco** “Avaliação de técnicas para mitigar a corrosão na ZAC de união soldada em aço inoxidável ferrítico P410d”. *Diss. 2013.*

**Paschoal, André Luís.** “Avaliação da resistência à corrosão em meio fisiológico de metais revestidos com nítrico de titânio”. *Diss. Universidade de São Paulo, 2008.*

**Rodrigues, Tatiana de Campos.** “Efeito do Potencial de Proteção Catódica Sobre a Biocorrosão de Aço- Carbono em Solo Contendo BRS.” (2011).

## ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A EFICIÊNCIA E EFICÁCIA DO TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS POR ÔNIBUS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

**Aldo Eliades Fernández Pérez**

Universidade Federal Fluminense (UFF), Instituto de Computação

Niterói – RJ

**Hugo Miguel Varela Repolho**

PUC-Rio, Departamento de Engenharia Industrial  
Rio de Janeiro – RJ

**RESUMO:** Este artigo analisa o desempenho do sistema do transporte coletivo de passageiros por ônibus no município do Rio de Janeiro (TCPO-RJ) no que diz respeito à eficácia e eficiência para o período 1998-2016. A análise é realizada usando o modelo *Data Envelopment Analysis* (DEA), considerando o conceito de fronteira invertida para estimar as pontuações de eficiência e eficácia e baseado no tempo, cada ano é uma *Decision Making Units* (DMU). Os inputs para cada pontuação são a Média Anual da Frota Operante e o Pessoal Ocupado, e os outputs são os Quilômetros Percorridos e o Total de Passageiros Transportados, respectivamente. Em seguida, o desempenho do TCPO-RJ ao longo do período é analisado e associado a eventos históricos, a fim de identificar eventos ou fatores que possam ter tido impacto na efetividade e eficiência. A análise mostrou que certas políticas e eventos causaram flutuações nas pontuações de eficiência e eficácia.

**PALAVRAS CHAVE:** Transporte Coletivo, Eficiência, Eficácia

**ABSTRACT:** This paper analyses the performance of the collective bus transportation (TCPO-RJ) system in the city of Rio de Janeiro with regard to effectiveness and efficiency for the period 1998-2016. The analysis is performed using a Data Envelopment Analysis (DEA) model considering the inverted boundary concept to estimate efficiency and effectiveness scores and based on time, each year is a Decision Making Units (DMU). The inputs for each score are the Annual Average of the Operant Fleet and the Employed Personnel, and the outputs are the Kilometers Traveled and the Total Passengers Transported respectively. Then, the performance of the TCPO-RJ along the period is analyzed and associated with historical events in order to identify events or factors that may have had an impact in effectiveness and efficiency. The analysis showed that certain policies and events caused fluctuations in efficiency and efficacy scores.

**KEYWORDS:** Collective Transportation, Efficiency, Effectiveness

### 1 | INTRODUÇÃO

O transporte coletivo de passageiros por ônibus (TCPO) tem como objetivo brindar um

adequado serviço aos usuários para realizarem seus deslocamentos diários, sendo rápidos, seguros e com certo conforto. Desta forma, seu adequado funcionamento proporciona qualidade de vida tanto aos usuários como a toda cidade. O TCPO é uma ótima alternativa com relação ao transporte individual (carro, taxi, entre outros), por ser menos custoso, consumindo menos energia, reduzindo a poluição e minimizando os congestionamentos nos centros urbanos. Por outro lado, os espaços urbanos com o passar do tempo tornam-se cada vez mais reduzidos (mais pessoas vivem em menos espaço), portanto, os gestores do setor público e privado do TCPO devem tomar diariamente decisões adequadas e propor políticas inovadoras que permitam o adequado funcionamento do sistema.

A implantação de políticas gerenciais em empresas que operam o TCPO tem um impacto direto no desempenho geral do sistema, portanto, é necessário e de suma importância avaliar o efeito da implantação das políticas e estratégias operacionais ou comerciais. Ao longo do tempo os gestores públicos e privados tomam decisões e aplicam diversas políticas, sejam para organizar o sistema de preços (tarifas), para implantar novos enfoques que incentivem aos usuários a utilizarem mais o serviço, inovações em infraestrutura (exemplo, centros de controle operacional), compra de novos veículos, entre outros. As decisões gerenciais ou implantação de políticas no TCPO vêm acompanhadas de certa incerteza sobre o verdadeiro impacto que podem causar nas operações e na percepção dos usuários. Em consequência, a análise da relação entre as decisões/políticas e o desempenho do sistema de TCPO em termos de eficiência e eficácia torna-se de crucial relevância, mas que atualmente são pouco estudados.

MOUZAS (2006) indica que a eficiência e a eficácia são peças essenciais utilizadas pelas organizações para avaliar seu desempenho. Basicamente define a eficiência como uma condição necessária que se reflete nas margens operacionais e a eficácia como a capacidade da organização para alcançar seus objetivos com respeito ao nível de serviço. Uma técnica que proporciona uma boa base para realizar a análise de desempenho é o Análise Envoltória de Dados (DEA), que é um modelo não paramétrico desenvolvido por CHARNES *et al.* (1978) baseado no trabalho original de FARRELL (1957) que realizou a medição de eficiência de unidades econômicas. Neste trabalho utiliza-se o DEA para analisar a relação entre a eficiência e eficácia do TCPO do município do Rio de Janeiro (TCPO-RJ), que atualmente é operado e gerenciado por quatro consórcios composto por 43 empresas que são fiscalizadas pela Secretaria Municipal de Transportes (SMTR) e representados pelo RioÔnibus (sindicato), no período de 19 anos (de 1998 a 2016). Para tanto foram obtidos dados históricos operacionais e levantadas políticas relevantes que foram implantadas pelos gestores públicos e privados assim como eventos que tenham afetado o desempenho do TCPO-RJ ao longo do período considerado.

O presente artigo apresenta cinco seções, a Introdução (1), Revisão Bibliográfica (2) onde mostram-se aplicações realizadas no mundo no setor de transporte coletivo

as quais serviram de inspiração para elaboração deste trabalho. No Referencial teórico (3) se esclarecem os conceitos sobre o modelo DEA, fronteira invertida e o método para o cálculo do desempenho. O Estudo de Caso (4) é a parte principal do artigo, onde se aplica a modelagem e são analisados os resultados obtidos (eficiência, eficácia e desempenho do TCPO-RJ). Finalmente na seção (5) são apresentadas as Conclusões.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA COM RELAÇÃO À APLICAÇÃO DO DEA NO SETOR DE TRANSPORTE COLETIVO

Para a elaboração deste artigo realizou-se uma revisão representativa de manuscritos que abordam a relação entre a eficiência e a eficácia, os quais expliquem o vínculo entre a tomada de decisão e o nível de desempenho, e ao mesmo a importância do planejamento ao longo prazo (os efeitos da implantação de políticas podem não ser sentidas de imediato). A Tabela 1 mostra algumas importantes aplicações no mundo do modelo DEA no setor de transporte coletivo.

| <b>Autor/es (Ano)</b>          | <b>Descrição Geral</b>  | <b>DMUs</b>   | <b>Cidade/<br/>País<br/>analisado</b> |
|--------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| HIRSCHHAUSEN & Cullmann (2009) | Objetivam fornecer uma avaliação objetiva da pontuação de eficiência das empresas de transporte público, diminuindo a assimetria da informação e contribuindo de forma construtiva para o debate sobre as reformas dos transportes públicos.              | 179 empresas de transporte público (1990 - 2004)                | Alemanha                              |
| JORDA (2012)                   | Objetiva analisar a eficiência técnica das empresas de ônibus em Espanha. Para tanto analisa as possíveis variáveis que representem melhor o serviço, estabelece um ranking das empresas e estuda a evolução do desempenho ao longo do tempo (2004-2009). | 18 empresas de ônibus urbano                                    | Espanha                               |
| FANCELLO <i>et al.</i> (2013)  | Objetivam comparar o desempenho da rede urbana de 8 cidades, realizando 48 testes utilizando os modelos DEA-CCR e DEA-VRS, comparando os resultados da eficiência de dois grupos: 2 inputs e um output / um input e 2 outputs.                            | Redes urbanas de 8 cidades                                      | Itália                                |
| COSTA <i>et al.</i> (2013)     | Analisa a relação entre eficiência e eficácia por meio do modelo DEA, da operadora de transporte público de Porto desde 1946 a 2004, buscam identificar o impacto das decisões gerenciais nos indicadores econômicos do transporte público.               | 59 anos de operação da operadora do transporte público de Porto | Porto / Portugal                      |

|                                   |  |  |                  |
|-----------------------------------|--|--|------------------|
| CARVALHO <i>et al.</i> (2015)     | Objetivam avaliar o desempenho dos municípios brasileiros com relação a implantação das políticas públicas no transporte durante seis anos e analisam a estratégia de eficiência - eficácia para cada cidade.                        | 21 municípios brasileiros                      | Brasil           |
| NISHIUCHIA <i>et al.</i> (2015)   | Propõem um método de avaliação de nós de transferência com base em dados de cartões inteligentes no uso de sistemas de transporte público (bondes e ônibus) considerando os tempos de transferência e os grupos de idade do usuário. | 40 estações de transferência ou integração     | Japão            |
| DE LA SANCHA <i>et al.</i> (2016) | Apresentam uma abordagem inovadora que estima as eficiências relativas, visando otimizar a operação e design da TTS. São estudadas as três dimensões chaves para a sustentabilidade: técnica, social e ambiental.                    | 39 estações de transferência de trânsito (TTS) | Cidade do México |

Tabela 1: Aplicações do modelo DEA no setor de transporte coletivo

### 3 | REFERENCIAL TEÓRICO E PRINCIPAIS CONCEITOS

Neste artigo propõe-se uma avaliação da eficiência e eficácia utilizando o modelo DEA com fronteira invertida, portanto, abordam-se os conceitos do modelo DEA e da Fronteira Invertida associada ao método de Savage (SAVAGE, 1972).

#### Análise Envoltória de Dados (DEA)

O modelo apresentado por CHARNES *et al.* (1978) é chamado de modelo DEA-CCR, este avalia a eficiência para múltiplas entradas (ou inputs) que produzem múltiplos produtos (outputs) na qual constrói uma “fronteira” ou superfície linear por partes, não paramétrica que envolve as “unidades tomadoras de decisão” ou DMUs (do inglês *Decision Making Units*). O modelo DEA-CCR também é conhecido como modelo DEA-CRS (*Constant Returns to Scale*), pois considera retornos constantes de escala, isto é, que qualquer variação nos inputs ocasiona uma variação proporcional nos outputs. Uns anos mais tarde, BANKER *et al.* (1984) relacionou as avaliações de eficiência com as formulações axiomáticas apresentadas no trabalho de SHEPHARD (1970), na qual se contempla rendimentos variáveis de escala, este enfoque junta as noções de eficiência e a teoria moderna de produção. Este modelo é chamado de DEA-BCC, onde a fronteira é convexa permitindo que as unidades que operam com baixos valores de inputs tenham retornos crescentes de escala e da mesma forma as unidades que operam com altos valores de outputs tenham retornos decrescentes de escala. Desta forma, o modelo DEA-BCC substitui o axioma de proporcionalidade entre inputs e outputs (do Modelo DEA-CCR) passando a ser conhecido também como modelo DEA-VRS (*Variable Returns Scale*).

Destaca-se que a missão destes modelos clássicos é a de maximizar os



resultados com os recursos disponíveis, em vez de obtenção de ganhos comerciais. Sendo o TCPO um serviço à população ela apresenta múltiplos inputs e outputs (sociais, econômicos e ambientais) portanto o DEA é adequado para avaliar seu desempenho, dado que estes modelos constroem fronteiras que permitem identificar as DMUs eficientes e ineficientes, além da pontuação de cada DMU (entre 0 a 1) com relação às melhores práticas observadas.

Para este artigo por critérios práticos foi escolhida a formulação matemática DEA-CCR orientado aos inputs. Os inputs são denotados por  $(i=1, \dots, r)$  e os outputs por  $(j=1, \dots, s)$  da DMU<sub>k</sub>,  $k=1, \dots, n$ ; onde  $v_i$  e  $u_j$  são o conjunto de pesos associados aos inputs e outputs respectivamente e  $\epsilon$  é um número infinitesimal não-arquimediano. A Função Objetivo maximiza a pontuação de eficiência, a Restrição 01 é chamada de restrição de normalização que garante uma única combinação de pesos, a Restrição 02 é a encarregada de realizar o processo de benchmarking entre as unidades (DMU<sub>k</sub>) que estão sendo avaliadas e a Restrição 03 é a de não negatividade. Este modelo deve ser resolvido para cada DMU que está sendo avaliada.

$$\text{Função Objetivo: } \text{Max } Ef_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0}$$

Sujeito a:

$$\text{Restrição 01: } \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} = 1$$

$$\text{Restrição 02: } \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \forall k$$

$$\text{Restrição 03: } v_i, u_j \geq \epsilon > 0, \forall i, j$$

O modelo DEA tem a característica de permitir realizar ordenamento das DMUs avaliadas dependendo da pontuação de eficiência independente da opinião dos gestores. Porém, também ocorrem empates entre as DMUs eficientes (pontuação igual a 1), isto devido a que algumas DMUs podem alcançar a eficiência apenas ao considerar algumas variáveis (aquelas que lhes são mais favoráveis ou com as melhores práticas). Em consequência, isto provoca uma grande dificuldade na hora de realizar as análises, para superar esta dificuldade existem diversos métodos, um deles é considerar o método de fronteira invertida que será abordado a continuação.

### Fronteira invertida

O conceito de fronteira invertida foi introduzido por YAMADA *et al.* (1994) e ENTANI *et al.* (2002) que basicamente consiste em avaliar as DMUs naquilo em que são ineficientes (“avaliação pessimista”), através da inversão entre os inputs e outputs, o que permite uma observação mais sofisticada do problema estudado. A fronteira invertida é composta pelas DMUs com as piores práticas.

Considerando uma ponderação dos resultados obtidos das fronteiras padrão e invertida, é possível estimar uma fronteira de eficiência composta. Para estes casos

utiliza-se o método de Savage (utilizado na tomada de decisão em ambientes com incerteza) adaptado ao modelo DEA, onde se realiza uma ponderação entre os métodos otimista e pessimista. A equação 1 mostra este método com  $\alpha$  como coeficiente de ponderação.

$$Ef_{composta} = \alpha(Ef_{padr\tilde{a}o}) + (1 - \alpha)Ef_{invertida} ; \alpha \text{ (n\acute{u}m Real)} \in [0; 1] \quad (\text{Eq. 1})$$

Um exemplo prático deste método é utilizado pelo software SIAD ([MEZA *et al.* 2004]), onde o valor do coeficiente de ponderação ( $\alpha$ ) é de 0,5, desta maneira os métodos otimista e pessimista apresentam o mesmo peso no cálculo da eficiência composta ou ponderada. O resultado pode ser visualizado na equação 2, cabe destacar que também é importante a normalização dos resultados obtidos (equação 3, [MEZA *et al.* 2004])

$$Ef_{composta} = (Ef_{padr\tilde{a}o} + (1 - Ef_{invertida}))/2 \quad (\text{Eq. 2})$$

$$Ef_{composta \text{ normalizada}} = Ef_{composta}/Max(Ef_{composta}) \quad (\text{Eq. 3})$$

Baseados no objetivo desta pesquisa e o contexto apresentado viu-se pertinente o uso do modelo DEA-CCR orientado aos inputs, considerando o conceito de fronteira invertida. Para realizar os cálculos do modelo foi utilizado o software SIAD ([MEZA *et al.* 2005]), que permitiu obter melhores análises com relação à eficiência e eficácia do TCPO-RJ.

### 3.1 Matriz Eficácia-Eficiência e método para o cálculo do desempenho

Alcançar a eficiência e eficácia no TCPO é de suma importância já que o transporte faz parte da vida diária das pessoas e orienta as políticas sociais, econômicas e até ambientais. MOUZAS (2006) apresenta um enfoque que combina os conceitos de eficiência e eficácia nas organizações (Figura 1):

- Focando na eficiência e negligenciando a eficácia, obtêm-se como resultado uma rentabilidade efêmera (passageira ou transitória). Ou seja, os custos (com a frota e empregados) são baixos, porém o serviço oferecido não está adequado aos olhos dos usuários. Portanto, uma solução para alcançar o equilíbrio seria a realizar investimentos na qualidade do serviço (treinamento ou capacitação dos motoristas), na segurança dos veículos (camarás de segurança) e conforto (ar condicionado dentro dos ônibus).
- Focando na eficácia e negligenciando a eficiência, pode resultar num crescimento sem lucro (as receitas e custos aumentam). Ou seja, os custos para oferecer o serviço são muito altos, porém é prestado um adequado serviço aos usuários. Uma solução para alcançar o equilíbrio seria um alinhamento da oferta com a demanda, por exemplo, realizar uma racionalização de li-

nhas de ônibus.

- Focando na eficiência e eficácia, obtém-se uma rentabilidade sustentável, ou seja, o serviço é de qualidade e atende adequadamente aos passageiros a um custo mínimo. Este enfoque é apropriado para a obtenção melhores práticas dentro da organização e brinda qualidade de vida dos usuários do serviço.

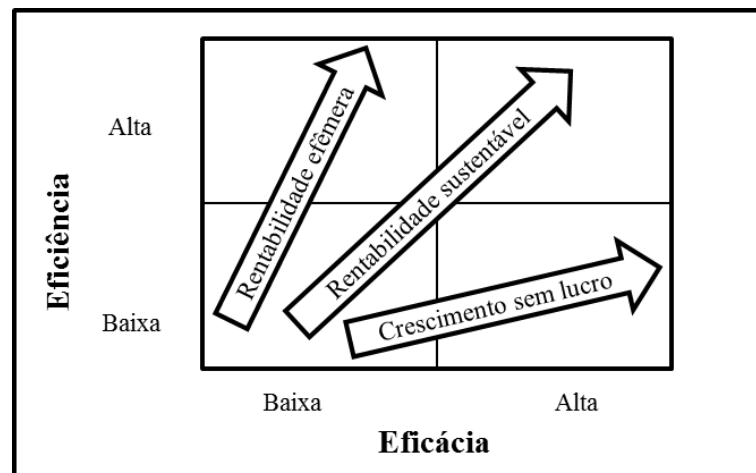


Figura 1: Eficácia v.s. Eficiência

Fonte: MOUZAS (2006)

O planejamento no transporte é necessário para garantir os deslocamentos das pessoas dentro da própria cidade, sendo o usuário do transporte coletivo o ator principal, onde os operadores (públicos e privados) do TCPO sempre procurem atender a necessidade de transporte. Desta forma os envolvidos na gestão do TCPO tomam decisões que permitam a combinação entre a eficiência (representada pela oferta de serviços) e a eficácia (representada pelo interesse do usuário), em outras palavras, a eficiência é representada pela capacidade de oferta dos operadores do TCPO para alcançar ao passageiro visando minimizar seus custos (frota, empregados, entre outros) ou maximizando a receita pelo serviço oferecido, e a eficácia avalia a capacidade dos operadores do TCPO para alcançar ao passageiro considerando os critérios como conforto, atendimento, entre outros (que incluem maiores custos). Então, entende-se que a eficiência e a eficácia são componentes conflitivos e reciprocamente exclusivos, portanto, os gestores do TCPO têm a responsabilidade de promover e implantar políticas que tentem equilibra-las.

MOUZAS (2006) define a relação matemática (equação 4) que representa o equilíbrio (Desempenho), dado um nível de eficiência e eficácia de uma organização.

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Eficiência}}{\text{Eficácia}} \quad (\text{Eq. 4})$$

Da equação (4), tem-se que se o desempenho é igual a 1 indica que o sistema tem a capacidade de alcançar o equilíbrio entre o nível de serviço para o passageiro e com custo mínimo; se o rendimento é menor a 1 indica que há uma política focada no atendimento ao passageiro (nível de serviço), e se o rendimento é maior a 1 indica que o sistema tem ênfase na redução dos custos pela prestação do serviço ou maximização das receitas.

Para este artigo, utiliza-se o enfoque proposto por MOUZAS (2006) para analisar os índices de eficiência e eficácia com a finalidade calcular o desempenho e assim identificar as variações anuais ao longo do período analisado.

#### 4 | ESTUDO DE CASO: O TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS POR ÔNIBUS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO (TCPO-RJ)

Os registros históricos das atividades operativas podem ser obtidos no site do RioÔnibus ou da Fetranspor (Federação das Empresas de Transportes de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro), considerou-se o estudo de caso adequado devido a que existe uma ampla variedade de informações relevantes do sistema: frota, passageiros transportados, número de linhas, viagens realizadas, entre outros. A cidade do Rio de Janeiro é a segunda maior e mais importante cidade brasileira, o TCPO-RJ abrange 160 bairros, atende a mais de 6 milhões de habitantes e atualmente opera de forma complementar aos sistemas de média (BRT e VLT) e alta capacidade (Metrô, Trem, Barcas). O sistema é gerenciado por quatro consórcios: Intersul, Internorte, Santa Cruz e TransCarioca, contando com mais de 600 linhas, uma frota operante de mais de 8000 ônibus e com mais de 36 mil empregados (entre motoristas, cobradores e pessoal administrativo). Destaca-se que a área comum de operação dos consórcios é o Centro do Rio de Janeiro.

A Tabela 2 mostra o panorama geral ao longo do tempo do uso dos modais pelos usuários do transporte coletivo na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), do qual se observa uma hegemonia do ônibus municipal como principal modal, porém observa-se também uma evolução positiva dos modais de transporte de massa (Trem, Metrô e Barcas) e uma redução significativa da participação das Vans.

| Ano  | Trem | Metrô | Barcas | Ônibus Intermunicipal | Ônibus Municipal | Van  | VLT |
|------|------|-------|--------|-----------------------|------------------|------|-----|
| 2003 | 3,4  | 4     | 0,9    | 14,9                  | 58,7             | 18,2 | -   |
| 2012 | 6,6  | 6,6   | 1      | 17,6                  | 62,6             | 6,5  | -   |
| 2016 | 8,3  | 9,2   | 2,1    | 15,8                  | 60               | 3,3  | 1,3 |

Tabela 2: Evolução dos principais modais do transporte coletivo na RMRJ – Market Share (%)

## 4.2 Dados do TCPO-RJ: Inputs e Outputs

Os dados relativos à operação do TCPO-RJ foram obtidos do relatório técnico do setor de ônibus da Fetranspor que disponibiliza a planilha “Resumo do sistema de transporte por ônibus no município do Rio de Janeiro - 1984 a 2016”. Consideraram-se como inputs: o Pessoal Ocupado (número de empregados) e Média Anual de Frota Operante (quantidade de ônibus), devido à falta de informação do Pessoal Ocupado, optaram-se para a análise os anos de 1998 a 2016 (19 anos) como DMUs. Para a análise da eficiência e eficácia considerou-se apenas um output, as variáveis “Quilômetros Percorridos” relacionado à oferta de serviço de transporte (eficiência) e o total de “Passageiros Transportados” (soma dos passageiros com gratuidade, benefício tarifário e pagantes) relacionado à demanda por transporte (eficácia). Com relação às decisões e implantação de políticas dos operadores do TCPO-RJ, foram consultadas publicações dos operadores do transporte coletivo, dos sindicatos de ônibus, das entidades públicas como da Secretaria Municipal de Transportes, entre outros, dentro período analisado.

## 4.3 Uso do Modelo DEA-Fronteira Invertida e seus resultados

Nesta seção foram estimadas as pontuações de eficiência e eficácia através do modelo DEA-CCR orientado aos inputs considerando o conceito de fronteira invertida com ajuda do software SIAD. De forma complementar foi calculado o desempenho do sistema e o ranking para cada ano analisado. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 3.

| DMUs | Inputs                            |  | Output para Eficiência  | Output para Eficácia      | Eficiência (%) |           |          |                           | Eficácia (%) |           |          |                           | Desempenho (%) [MOUZAS 2006] | Ranking segundo o Desempenho |
|------|-----------------------------------|--|-------------------------|---------------------------|----------------|-----------|----------|---------------------------|--------------|-----------|----------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
|      | Frota Operante (Número de ônibus) | Pessoal Ocupado (Número de empregados) | Quilômetros percorridos | Passageiros transportados | Padrão         | Invertida | Composta | Composta normalizada (CN) | Padrão       | Invertida | Composta | Composta normalizada (CN) |                              |                              |
| 1998 | 7.464                             | 45.086                                 | 761.016.410             | 1.192.113.936             | 99,30%         | 99,10%    | 50,10%   | 90,10%                    | 100,00%      | 75,00%    | 62,50%   | 96,60%                    | 93,30%                       | 9                            |
| 1999 | 7.738                             | 44.506                                 | 752.466.438             | 1.086.385.394             | 94,70%         | 99,00%    | 47,90%   | 86,10%                    | 88,70%       | 81,20%    | 53,80%   | 83,10%                    | 103,70%                      | 4                            |
| 2000 | 7.718                             | 44.313                                 | 743.004.549             | 1.018.108.405             | 93,70%         | 99,80%    | 47,00%   | 84,50%                    | 83,40%       | 86,30%    | 48,60%   | 75,00%                    | 112,70%                      | 13                           |
| 2001 | 7.482                             | 42.774                                 | 736.830.824             | 946.646.837               | 95,90%         | 97,10%    | 49,40%   | 88,90%                    | 80,10%       | 89,60%    | 45,30%   | 69,90%                    | 127,10%                      | 17                           |
| 2002 | 7.370                             | 41.188                                 | 697.769.359             | 894.708.399               | 92,20%         | 98,80%    | 46,70%   | 84,00%                    | 77,10%       | 91,20%    | 43,00%   | 66,30%                    | 126,70%                      | 16                           |
| 2003 | 7.289                             | 40.603                                 | 679.435.413             | 822.043.972               | 90,80%         | 100,00%   | 45,40%   | 81,70%                    | 71,70%       | 97,90%    | 36,90%   | 57,00%                    | 143,20%                      | 18                           |
| 2004 | 7.170                             | 38.496                                 | 657.078.671             | 762.968.838               | 89,60%         | 99,30%    | 45,10%   | 81,20%                    | 68,10%       | 100,00%   | 34,10%   | 52,60%                    | 154,40%                      | 19                           |
| 2005 | 7.117                             | 39.062                                 | 679.203.018             | 974.539.782               | 92,90%         | 96,70%    | 48,10%   | 86,60%                    | 87,30%       | 79,40%    | 53,90%   | 83,30%                    | 103,90%                      | 5                            |
| 2006 | 7.271                             | 40.667                                 | 697.687.171             | 993.372.809               | 93,40%         | 97,50%    | 48,00%   | 86,30%                    | 86,80%       | 81,10%    | 52,80%   | 81,60%                    | 105,70%                      | 7                            |
| 2007 | 7.357                             | 40.635                                 | 719.378.968             | 1.021.912.879             | 95,20%         | 94,80%    | 50,20%   | 90,30%                    | 88,50%       | 78,80%    | 54,80%   | 84,70%                    | 106,70%                      | 8                            |
| 2008 | 7.675                             | 41.369                                 | 788.123.538             | 1.097.734.648             | 100,00%        | 88,80%    | 55,60%   | 100,00%                   | 91,50%       | 74,70%    | 58,40%   | 90,20%                    | 110,90%                      | 11                           |
| 2009 | 8.226                             | 41.403                                 | 767.909.940             | 1.095.201.940             | 97,40%         | 93,50%    | 51,90%   | 93,40%                    | 86,20%       | 79,90%    | 53,10%   | 82,10%                    | 113,80%                      | 14                           |
| 2010 | 8.732                             | 40.195                                 | 728.247.823             | 1.099.752.013             | 95,10%         | 99,00%    | 48,00%   | 86,40%                    | 82,70%       | 84,50%    | 49,10%   | 75,90%                    | 113,90%                      | 15                           |
| 2011 | 8.708                             | 40.071                                 | 739.441.104             | 1.194.837.738             | 96,90%         | 97,20%    | 49,80%   | 89,60%                    | 90,10%       | 77,60%    | 56,30%   | 86,90%                    | 103,10%                      | 2                            |
| 2012 | 8.716                             | 40.420                                 | 755.123.683             | 1.200.401.168             | 98,10%         | 95,80%    | 51,10%   | 92,00%                    | 90,30%       | 77,30%    | 56,50%   | 87,30%                    | 105,40%                      | 6                            |
| 2013 | 8.718                             | 40.912                                 | 733.645.588             | 1.208.799.036             | 94,10%         | 99,30%    | 47,40%   | 85,30%                    | 90,80%       | 76,70%    | 57,00%   | 88,10%                    | 96,80%                       | 3                            |
| 2014 | 8.916                             | 40.537                                 | 759.079.904             | 1.263.915.155             | 98,30%         | 96,30%    | 51,00%   | 91,80%                    | 93,30%       | 75,10%    | 59,10%   | 91,30%                    | 100,50%                      | 1                            |

|      |       |        |             |               |        |         |        |        |         |        |        |         |        |    |
|------|-------|--------|-------------|---------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|----|
| 2015 | 9.008 | 39.596 | 723.478.360 | 1.326.078.954 | 95,90% | 100,00% | 48,00% | 86,30% | 97,40%  | 72,30% | 62,50% | 96,60%  | 89,30% | 10 |
| 2016 | 8.474 | 36.742 | 686.700.494 | 1.278.513.674 | 98,10% | 99,10%  | 49,50% | 89,10% | 100,00% | 70,50% | 64,70% | 100,00% | 89,10% | 12 |

Tabela 3: Resultados da aplicação do modelo DEA-CCR com o critério de Fronteira Invertida

Obs: O desempenho foi calculado considerando os valores de eficiência e eficácia composta normalizada. O ranking foi elaborado a partir dos valores mais próximos a 100%.

Para as seguintes análises consideram-se os valores do método “Composta Normalizado (CN)” como os valores da pontuação de eficiência e eficácia.

A Figura 2 mostra um panorama geral da evolução da eficiência, eficácia e desempenho do TCPO-RJ, observa-se que entre 1998 e 2004 a eficiência e eficácia apresentam uma tendência decrescente leve e forte correspondentemente. No ano de 2004 nota-se a maior diferença ( $\pm 28,6\%$ ) entre a eficiência e eficácia ao longo de todo o período estudado. Entre os anos 2005 a 2010 tanto a eficiência como eficácia apresentam um comportamento similar e em 2008 se alcança o maior valor de eficiência. De 2011 a 2016 a eficiência mostra uma característica de estabilidade (baixa oscilação), por outro lado, a eficácia apresenta uma tendência crescente, consolidando a maior pontuação em 2016 (100%).

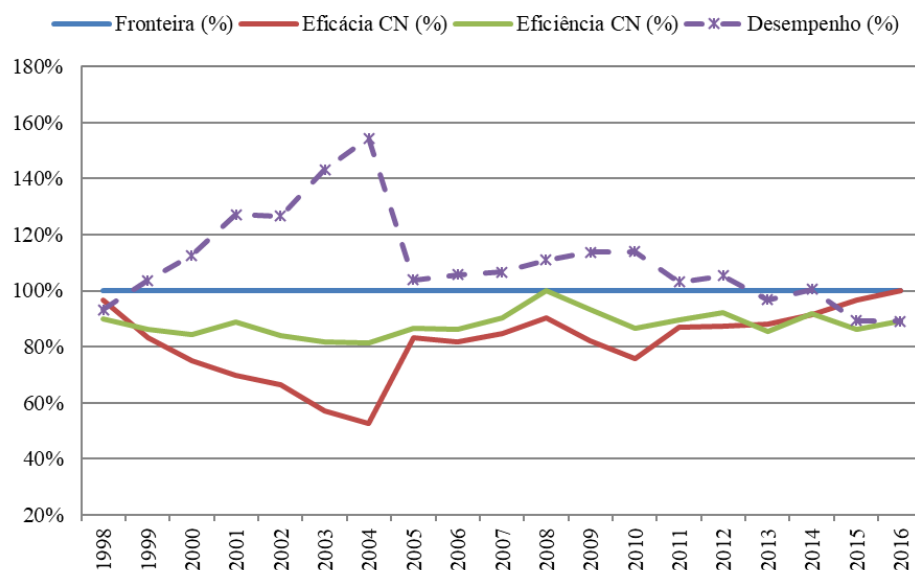


Figura 2: Níveis de Eficiência, Eficácia e Desempenho do sistema TCPO-RJ

Complementarmente da Figura 2 observa-se que o sistema foi mais eficiente que eficaz entre 1999 e 2012 (quatorze anos) e o desempenho ficou maior a 100%, esta característica indica que o TCPO-RJ seguiu uma política orientada a alcançar certo nível de eficiência deixando de lado a eficácia. Observa-se uma mudança a partir de 2013 onde o desempenho fica menor a 100% (anos 2015 e 2016). Então, baseado nos resultados do desempenho conclui-se que as políticas gerenciais do TCPO-RJ foram focadas principalmente em alcançar a eficiência, ou seja, visando a redução dos custos ou uso dos recursos e fazendo menos esforços em dar condições que



satisfazem aos usuários (passageiros).

#### **4.4 Políticas, eventos e fatores que influenciaram o desempenho do TCPO-RJ**

Nesta seção realiza-se uma análise complementar na qual se explora a relação do desempenho do TCPO-RJ com a história gerencial, identificando-se as principais decisões políticas, eventos, obras de infraestrutura e outros fatores que influenciaram diretamente no desempenho do sistema no período estudado (1998-2016).

Os anos de 1998 e 1999 apresentam alto nível de desempenho, devido principalmente a sua participação no mercado e falta de investimentos nos transportes de massa (tinham acabado de ser concedidas a empresas privadas).

Entre os anos de 2000 a 2004 apresentam baixos níveis de desempenho, devido à falta de investimentos, inovações e incentivos aos usuários do TCPO o que gerou perda de demanda e serviços, já que as concessionárias que operam os sistemas de Trem, Metrô e Barcas realizaram investimentos e implantaram políticas tarifárias, como a expansão da rede metroviária, reformas das estações de trem e barcas, e integração tarifária metrô-trem. Outro fator importante que influenciou negativamente o desempenho do sistema foi o aumento do transporte alternativo (Vans) que passaram a operar nos subúrbios do município sem regularização e oferecendo uma tarifa menor que dos ônibus.

Entre 2005 e 2010 o desempenho apresenta um comportamento inicialmente com certo equilíbrio e, no decorrer do tempo, vai se afastando do equilíbrio. Isto pode ser associado com a implantação da lei das gratuidades (2005), que consiste em isenção de pagamento de tarifas nos serviços de transporte por ônibus a estudantes da rede pública fundamental e médio, e a integração expressa metrô-ônibus, que consiste em linhas de ônibus que partem de estações metroviárias rumo a bairros próximos não atendidos pelo metrô. Estas medidas ocasionaram inicialmente um aumento considerável da demanda de passageiros, porém o serviço não evoluiu e não se adequou a este novo cenário, não foram realizados grandes investimentos em segurança, conforto para os usuários, treinamento de funcionários, entre outros.

Entre 2011 e 2014 observa-se um alto nível de desempenho (perto do equilíbrio) e isto pode ser atribuída primeiramente à implantação do Bilhete Único (2009), que é um benefício tarifário que integra todos os modais facilitando os deslocamentos dos usuários dentro não só do município senão também dentro da RMRJ e ao fato da mudança na gestão que consiste em que as empresas do TCPO passaram de ter um contrato de tipo permissionária para concessionária com a prefeitura (2010-2011). Estas medidas proporcionam maior confiança às empresas para realizar investimento, como na compra de novos ônibus, treinamento dos empregados, atendimento, investimento em tecnologia e segurança (GPS, câmeras de segurança, ar condicionado e ônibus menos poluente) e adoção da tecnologia do sistema de bilhetagem eletrônica para toda a frota de ônibus. Todos estes investimentos permitem/incentivam aos usuários do transporte coletivo a optar pelo ônibus para realizar suas viagens com maior qualidade

(segurança e rapidez) satisfazendo suas necessidades de transporte.

Destaca-se que eventos como a Copa do Mundo (2014) e Olimpíadas (2016) e a crise econômica do Estado afetaram diretamente o desempenho do TCPO-RJ devido a que a cidade passou por diversas transformações e mudanças na infraestrutura viária. Adotaram-se novas tecnologias: corredores expressos TransCarioca (2012), TransOeste (2012) e TransOlímpica (2016) e o sistema chamado BRT (*Bus Rapid Transit*). Foram implantadas a partir de 2011 faixas exclusivas para ônibus ou BRS (*Bus Rapid Service*) na Zona Sul e Centro da Cidade, expandiu-se a rede metroviária em 2016 (Linha 4, Barra da Tijuca - Ipanema), foram extintas ou redesenhadas os itinerários das linhas dos ônibus que trafegam pelo Centro em 2015, para inauguração do sistema VLT ou Veículo Leve sobre Trilhos em 2016, que conecta o Aeroporto Santos Dumont com a Rodoviária e integra-se ao metrô (Linhas 1 e 2) e as Barcas (sentido Charitas, Niterói, Cocotá e a Ilha de Paquetá). Também foram realizadas grandes obras como a do Porto Maravilha e a derrubada da Perimetral (2013) as quais modificaram as formas de trafegar e atravessar o Centro da cidade (polo econômico que concentra os centros de trabalho, estudo, comércio e entre outros) obrigando o sistema a reformular os trajetos das linhas e os custos correspondentes.

## 5 | CONCLUSÕES

Neste artigo estudou-se o TCPO-RJ e analisaram-se de maneira sistêmica a evolução da eficiência, eficácia e do desempenho, por meio da identificação das políticas, decisões ou eventos que ao longo do tempo influenciaram o sistema, para tanto se estimou uma pontuação de eficiência, eficácia e desempenho através do modelo DEA considerando o conceito de fronteira invertida sob o enfoque de MOUZAS (2006).

Concluiu-se que as medidas que levaram a obter altos níveis de eficiência e eficácia nos últimos anos estão relacionadas à redução de linhas, ao aumento dos investimentos no serviço e incentivo aos usuários através de benefícios tarifários. Isto é, extinção, redução e substituição de linhas de ônibus por linhas de transporte em massa, como são os BRTs, o VLT na Área Portuária da cidade, a extensão da malha metroviária, etc. Neste contexto os ônibus servirão como alimentadores desses modais e farão integrações com os mesmos com benefícios tarifários. A partir de 2011 observam-se altos níveis de eficiência e eficácia (maiores a 80%), mas isso não garante que o sistema seja ótimo desde o ponto de vista dos usuários. O que garante, é que houve uma melhoria significativa com relação à gestão e ao uso adequado dos recursos por parte das empresas e que as medidas públicas aplicadas no setor têm surtindo efeito positivo no médio e longo prazo. Como são os casos do Bilhete Único que permite basicamente realizar viagens com tarifa reduzida e dos corredores BRS os quais reduzem o tempo de viagem dos usuários e aumentam o número de frequências ou viagens dos ônibus.

Destaca-se que a fator segurança (acidentes de trânsito e roubos dentro dos ônibus, por exemplo) é uma variável relevante a ser considerada nos estudos de eficiência e eficácia, devido a que está impacta tanto na demanda (passageiros) como no nível de serviço ofertado pelas empresas. Esta variável é da competência não só da empresa privada senão também das entidades públicas (Prefeitura e Governo do Estado). Sendo que o investimento que a prefeitura faz em segurança pública influencia diretamente no usuário de transporte coletivo no momento da escolha do modal (metro, ônibus, trem ou barca) para a realização da viagem. A maneira de exemplo, os acidentes de trânsito, bloqueiam as ruas, aumentado os tempos de viagem, restringindo o fluxo de veículos e afetando a programação das empresas e por outro lado, um acidente grave pode custar altas multas as empresas envolvidas. Portanto, num trabalho futuro seria interessante a adição de variáveis relacionadas à segurança.

Finalmente, a concepção desta modelagem complementa os indicadores resultantes da atividade do TCPO-RJ e pode servir de arcabouço de aplicação em outras áreas urbanas bem como poderia ser adaptado para o caso de outros modais que formam parte do transporte coletivo.

## REFERÊNCIAS

BANKER, R., A. Charnes, and W. Cooper (1984). **Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis.** *Management Science*, 30:1078-1092.

CARVALHO M., Syguiy T. and Silva D. (2015). **Efficiency and Effectiveness Analysis of Public Transport of Brazilian Cities.** *Journal of Transport Literature*, 9(3):40-44.

CHARNES, A., W. Cooper, & E. Rhodes (1978). **Measuring the efficiency of decision making units.** *European Journal of Operational Research*, 2:429-444.

COSTA, A., Ebert S. and Stanislau T. (2014). **Impact analysis of managerial decisions on the overall performance of a public transport operator: the case of STCP.** *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 111:410 – 423.

DE LA SANCHA, A., Mayoral J. and Román L. (2016). **Modeling urban transfer stations efficiency.** *Procedia Computer Science*, 83:18 – 25

ENTANI, T., Maeda, Y. e Tanaka, H. (2002). **Dual models of interval DEA and its extension to interval data.** *European Journal of Operational Research*, 136(1):32–45.

FANCELLO G., Uccheddu B. and Fadda P. (2014). **Data Envelopment Analysis (D.E.A.) for urban road system performance assessment.** *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 111:780 – 789

FARRELL, M. (1957). **The measurement of productive efficiency.** *Journal of the Royal Statistical Society. (Series A)*, 120:253-281.

FETRANSPOR: Federação das Empresas de Transportes de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro. Web page. <https://www.fetranspor.com.br/mobilidade-urbana-setor-em-numeros>. Acessado em: 10 jan. 2018

- HIRSCHHAUSEN C. and Cullmann A. (2010). **A nonparametric efficiency analysis of German public transport companies.** *Transportation Research. Part E* 46:436–445
- JORDA, L. A. (2012). **Metodología de Evaluación de La eficiencia de los servicios de autobús urbano: Aplicación a las grandes ciudades españolas en el periodo 2004-2009.** E.T.S.I Caminos, Canales y Puertos. Departamento de Ingeniería Civil: Transportes. Madrid.
- MEZA, L. A., Biondi Neto, L., Mello, J., Gomes, E., e Coelho, P. (2004). **Fsda–free software for decision analysis (slad–software livre de apoio à decisão): a software package for data envelopment analysis models.** In *Congreso Latino-Iberoamericano de Investigación Operativa–CLAIO*, volume 12.
- MEZA, L. A.; Neto, L. B.; Soares De Mello, J.C.C.B.; Gomes, E.G. (2005). **ISYDS - Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model.** *Pesquisa Operacional*, v. 25, (3):493-503.
- MEZA, L. A.; Neto, L. B.; Soares De Mello, J.C.C.B.; Gomes, E.G.; Coelho, P.H.G. (2005). **Free software for decision analysis: a software package for data envelopment models.** In *7th International Conference on Enterprise Information Systems - ICEIS 2005*, v. 2, p. 207-212.
- MOUZAS, S. (2006). **Efficiency Versus Effectiveness in Business Network.** *Journal of Business Research*, 59 (10/11): 1124-32.
- NISHIUCHIA H., Todoroki T. and Kishi Y. (2015). **A Fundamental Study on Evaluation of Public Transport Transfer Nodes by Data Envelop Analysis Approach Using Smart Card Data.** *Transportation Research Procedia*, 6:391 – 401
- SAVAGE, L. J. (1972). **The foundations of statistics.** Courier Corporation, USA
- SHEPHARD, R. (1970). **Theory of cost and production functions.** Princeton University Press, Princeton, USA.
- YAMADA, Y.; Matui, T. and Sugiyama, M. (1994). **New analysis of efficiency based on DEA.** *Journal of the Operations Research Society of Japan*, v. 37, n. 2:158-167.

## ANÁLISE DE IMPLEMENTAÇÃO DA NORMA INTERNACIONAL DE SEGURANÇA DE ALIMENTOS FSSC 22000: UMA INOVAÇÃO CULTURAL

**Gustavo Henrique Marques**

UTFPR-CM – g\_hmarques@hotmail.com

**Tanatiana Ferreira Guelbert**

UTFPR-CM – guelbert@utfpr.edu.br

**Marcelo Guelbert**

– UTFPR-CM – mguelbert@utfpr.edu.br

**RESUMO:** A qualidade dos produtos e atendimento dos serviços prestados ao consumidor estão diretamente atrelados ao sucesso das empresas e constitui num grande diferencial de competitividade. As inovações e modificações mercadológicas são frequentes e as organizações devem estar buscando continuamente o atendimento dos requisitos básicos das mudanças e adaptações pertinentes aos procedimentos organizacionais relacionados às novas concepções. As certificações de produtos alimentícios têm se tornado cada vez mais uma imposição do mercado atual, sendo resultado das exigências dos consumidores que visam qualidade e preço justo. Porém, o grande desafio para gestores e órgãos de certificação pode estar na integração, entre o foco da padronização e a mudança comportamental. Assim, este estudo tem por objetivo avaliar as principais mudanças ocorridas em uma empresa paranaense que decidiu inovar com a implementação do esquema de certificação internacional FSSC 22000, bem

como identificar e analisar os principais impactos organizacionais pertinentes a esta inovação cultural. Esta pesquisa caracterizou-se como aplicada, qualitativa e exploratória, assumindo como os procedimentos técnicos auxiliares a pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Como resultados do estudo foi possível observar que a visão estratégica da empresa em manter-se competitiva no mercado que atua, a busca de abertura de novos mercados e elaboração de programas de capacitação no desenvolvimento de uma cultura sólida entre os colaboradores na produção de um alimento seguro são os principais responsáveis no cumprimento eficiente de novos procedimentos e atividades estabelecidos pela norma, resultando na forte assimilação dos funcionários frente ao processo evolutivo da organização.

**PALAVRAS CHAVE:** Inovação, Qualidade, Cultura Organizacional, FSSC 22000.

### IMPLEMENTATION ANALYSIS OF THE INTERNATIONAL FOOD SAFETY STANDARD FSSC 22000: A CULTURAL INNOVATION

**ABSTRACT:** The quality of the products and service provided to the consumer are directly connected to the success of the companies and represents a great differential of competitiveness. Innovations and market changes are frequent

and organizations must continually seek to meet the basic requirements of changes and adaptations relevant to organizational procedures related to new conceptions. Certifications of food products have become an imposition of the trade, being the result of the demands of consumers that aim at quality and fair price. However, the great challenge for managers and certification organizations should be integration between the focus of standardization and behavioral change. Thus, this study aims to evaluate the main changes that occurred in a company from Paraná that decided to innovate with the implementation of the international certification scheme FSSC 22000, as well as to identify and analyze the main organizational impacts pertinent to this cultural innovation. This research was characterized as applied, qualitative and exploratory, assuming as auxiliary technical procedures the bibliographic research and case study. As a result of the study it was possible to observe that the strategic vision of the company to remain competitive in the market that operates, the search for opening new markets and the elaboration of training programs in the development of a solid culture among the employees in the production of a food Insurance are the main responsible in the efficient fulfillment of new procedures and activities established by the norm, resulting in the intense assimilation of the employees in front of the evolutionary process of the organization.

**KEYWORDS:** Innovation, Quality, Organizational Culture, FSSC 22000.

## 1 | INTRODUÇÃO

A globalização do mercado tem contribuído para uma nova realidade nas organizações, pois o mundo está cada vez mais desenvolvido, as pessoas passaram a ter acesso a informações e a tecnologia em um ritmo cada vez mais acelerado. Portanto, a empresa que deseja se destacar da concorrência precisa contar com profissionais comprometidos com o negócio e isso, por sua vez, só ocorre se a organização tiver uma política de Gestão de Pessoas que valorize o capital humano (DUTRA, 2001).

Com isso, Ferris e Cols (1994, *apud VIGODA-GADOT; COHEN*, 2002), vinculam as políticas organizacionais às percepções acerca dos comportamentos projetados para maximizar estrategicamente os interesses dos empregados a curto ou longo prazo e, em contrapartida, o alcance dos resultados planejados e esperados para as organizações.

Uma das variáveis que deve ser considerada para o atendimento das atividades planejadas e busca da máxima eficiência produtiva nas empresas é a cultura organizacional. Robbins (2005) afirma que a cultura organizacional não surge do nada e que uma vez estabelecida raramente se desfaz. Para o autor tradicionalmente, os fundadores de uma empresa são os que têm maior impacto sobre a cultura inicial da organização, pois possuem uma visão daquilo que a organização deve ser.

Os gestores estratégicos de uma empresa também são responsáveis por determinar as diretrizes da organização, bem como os pilares de sustentação dos seus



produtos no mercado que atuam. Um ponto a ser destacado é quanto as certificações dos produtos e processos, que tem se tornado cada vez mais uma imposição dos mercados *Business to Business (B2B)* e *Business to Consumer (B2C)*, como resultado das exigências dos consumidores que visam qualidade e preço justo (BERTOLINO, 2010).

Porém, o grande desafio para gestores e órgãos de certificação, pode estar na integração entre o foco da padronização e a mudança comportamental. Estabelecer capacidade de atender aos padrões considerados adequados à demanda e, ao mesmo tempo, obter flexibilidade para ajustá-los continuamente, exige competência para definição de como executar. Estes novos procedimentos devem estar sustentados em comportamentos que extrapolam a condição de simples participação, para uma busca de envolvimento de todos os colaboradores, em todos os níveis organizacionais nos objetivos de qualidade traçados (TANABI; SOUZA, 2006).

Uma das normas inerentes à indústria alimentícia é o esquema de certificação *Food Safety System Certification- FSSC 22000*, que é reconhecido pelo GFSI- *Global Food Safety Initiative* (Iniciativa Global de Segurança de Alimentos) e têm como premissas elevar a segurança de alimentos dos produtos, assegurar a proteção ao consumidor, reforçar a confiança dos consumidores e melhorar a eficiência de custos por meio da cadeia de suprimentos de alimentos (KITAKAWA, 2015).

Diante deste cenário, o estudo tem por objetivo avaliar as principais mudanças ocorridas em uma organização que decidiu inovar com a implementação do esquema de certificação internacional FSSC 22000, visando desenvolver uma cultura sólida entre os colaboradores na produção de um alimento seguro, para aumentar a competitividade no mercado em que atua, além de vislumbrar a oportunidade de entrada em novos mercados.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Políticas e Cultura Organizacional

Conforme Dutra (2001), percebe-se uma alteração no perfil exigido das pessoas nas organizações, que valorizam mais um perfil autônomo e empreendedor do que obediente e disciplinado. Com o tempo o mercado de trabalho vem mudando, e cada vez mais exigindo de seus funcionários, não somente em qualificação e competências técnicas, mas segundo Brandão e Guimarães (2001), para um bom desempenho, as empresas buscam profissionais com competências de caráter definitivo.

Já o desempenho dos colaboradores pode estar atrelado ao cumprimento eficiente dos procedimentos pré-estabelecidos. Para isso, as empresas devem possuir planejamento estratégico e políticas organizacionais com diretrizes definidas, bem como disseminadas por todos os níveis hierárquicos da corporação. Segundo Rezende (2008), as políticas relatam as orientações ou regras gerais de administração da

organização. São as intenções mais perenes que saem da alta administração e ainda estão relacionadas com os pensamentos e estratégias organizacionais, constituindo orientações para decisões e ações.

A política organizacional também proporciona estabilidade e uniformidade nas tomadas de decisões a longo prazo. Assim, as decisões tendem a seguir uma mesma linha, apontando a empresa para seus objetivos. Para Leontiades (1982), as políticas e decisões se relacionam da seguinte forma: após as políticas estabelecidas, determinam-se os objetivos, e em seguida são elaboradas as estratégias e planos de ação em relação às políticas adotadas.

Tanto a implantação de novas políticas quanto alterações nas políticas vigentes implicam em mudanças nas organizações, e muitas destas alterações de procedimentos, por exemplo, podem estar fundamentadas em métodos praticados há anos pelos colaboradores, encontrando assim um paradoxo com a cultura organizacional instituída na empresa.

A cultura organizacional de uma empresa pode ser expressa, como por exemplo, pela forma como a mesma se apresenta aos seus clientes e fornecedores. Segundo Luz (2003), a cultura organizacional, pode ser expressa através do código de ética, declaração da visão, missão e dos valores da organização, dos seus slogans, por meio do comportamento da empresa e do comportamento dos seus colaboradores. Também é importante ressaltar a possível influência do meio sócio-cultural ao qual a organização está inserida.

As características culturais da organização, por serem influenciadas pelos seus membros internos e externos podem possibilitar no seu interior o desenvolvimento de subculturas. Johann (2004), afirma que a organização possui culturas diversificadas coexistentes com seus valores, e esta subcultura é disseminada pelas práticas unitárias da organização.

Para Morgan (2009), uma das maneiras de visualizar a manifestação da subcultura é observando como os colaboradores se comportam e esta identificação é possível de ser realizada quando a pessoa faz parte desta e a observa de fora para dentro. As características vão ficando cada vez mais evidentes, como por exemplo, o modo de falar, agir com o colega de trabalho e o modo de realizar e visualizar a função. Tal postura permite aos colaboradores influenciar nas tomadas de decisões, fazendo com que as mesmas se tornem mais eficazes.

A cultura organizacional também possibilita o desenvolvimento de regimentos que governam o comportamento dos indivíduos que fazem parte da organização, fazendo com que os mesmos possam influenciar nas características organizacionais. Assim, para que a cultura da organização seja compartilhada entre os membros que a compõe, é imprescindível que os gestores estimulem seus colaboradores a alcançarem os objetivos básicos da organização (NEWSTROM, 2008).

## 2.2 Inovação Organizacional com foco na Segurança de Alimentos

As inovações e modificações mercadológicas são frequentes, portanto as organizações devem buscar continuamente o atendimento dos requisitos básicos das mudanças e adaptações pertinentes aos procedimentos organizacionais relacionados às novas concepções.

De acordo com o Manual de Oslo (2004), uma inovação organizacional é a implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa visando à melhoria do desempenho por meio da redução de custos administrativos ou custos de transação. Neste sentido, as inovações organizacionais envolvem a implementação de novos métodos para distribuir responsabilidades e poder de decisão entre os colaboradores da empresa.

Na área industrial de produção de alimentos, a implementação de certificações internacionais de qualidade podem contribuir com aumento da confiabilidade da marca, otimização de recursos e processos, além de uma comunicação mais organizada e objetiva entre colaboradores, clientes, fornecedores e consumidores, conseguindo assim a redução de perdas com foco no resultado final (BERTOLINO, 2010).

A FSSC 22000 é um esquema de certificação internacional para os fabricantes de alimentos e é propriedade da *Foundation of Food Safety Certification*. Este modelo inclui os requisitos do Sistema de Gestão da Segurança de Alimentos, conforme ISO 22000:2005, os Programas de Pré-Requisitos estipulado pela ISO/TS 22002-1 (processamento industrial de alimentos) e ISO/TS 22002-4 (fabricante de embalagem de alimentos), além dos requisitos adicionais, como inventário de regulamentação aplicável, especificações para serviços e supervisão de pessoal na aplicação de princípios de segurança de alimentos (BUREAL VERITAS, 2012).

Um dos pontos fundamentais destacados no esquema de certificação FSSC 22000 é diretamente relacionado a Gestão da Segurança de Alimentos e a Análise dos Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), sendo como base a implementação de programas específicos de pré requisitos que garantam adequações nas condições de higiene básica e seleção dos programas e requisitos como prescritos nos princípios gerais de higiene alimentar do *Codex Alimentarius*, legislações de segurança de alimentos e os possíveis requisitos dos clientes.(ABNT, 2012)

E diante as novas exigências dos consumidores, para que os fornecedores sejam capazes de demonstrar a conformidade de suas unidades produtivas quanto a segurança de alimentos, o esquema FSSC 22000 está sendo amplamente utilizado e implementado nas organizações como um pré-requisito para a empresa manter-se competitiva no mercado, uma vez que as organizações que não estiverem preocupadas com esta busca pela qualidade poderão ficar à margem do mercado consumidor (FIGUEIREDO; COSTA NETO, 2001).

Assim, vale ressaltar que uma organização deve estar atenta às mudanças que ocorrem constantemente no mercado que atua. Uma empresa que almeja se manter

competitiva, deve produzir seus produtos de forma a atender o exigente mercado, que além dos melhores preços e prazos de entrega, também procura algumas peculiaridades que as diferenciem das demais. A organização deve considerar que as forças externas afetam diretamente o negócio e o grande diferencial encontra-se na habilidade em lidar com essas forças (SILVA JUNIOR *et al.*, 2012).

Diante a este exposto, com a análise dos resultados deste estudo é buscado o entendimento dos principais impactos organizacionais pertinentes a uma inovação cultural e quais adequações são necessárias para se manter competitivo, acompanhar as tendências de mercado bem como a empresa estar preparada para se posicionar com solidez e segurança frente a estas inovações e momentos econômicos instáveis.

### 3 | METODOLOGIA

O presente estudo é resultado de uma pesquisa em uma empresa de grande porte, localizada no centro oeste do estado do Paraná. O foco de estudo concentrou-se na unidade produtora de gorduras, creme vegetal e margarinas envasadas, com produtividade média de 6000 toneladas de produtos por mês. As atividades deste estudos foram realizadas durante os meses de março a junho do ano de 2017.

Esta pesquisa, conforme classificação metodológica de Gil (2007), caracteriza-se como aplicada, quanto à sua natureza e do ponto de vista da abordagem do problema como qualitativa. Quanto aos objetivos, é classificada como exploratória assumindo como os procedimentos técnicos auxiliares a pesquisa bibliográfica e estudo de caso.

Diante das definições estratégicas da empresa em inovar os conceitos de qualidade e segurança de alimentos na unidade produtiva, foi designado à uma equipe multidisciplinar de colaboradores o desafio de implementar uma norma internacional de segurança de alimentos, denominada pela sigla FSSC 22000.

Para isso, foi analisado o esquema completo de certificação FSSC 22000, composto pela ABNT NBR ISO 22000. O programa de pré requisitos para segurança de alimentos refere-se a parte 1 da respectiva norma composta pelo processamento industrial de alimentos e os requisitos adicionais. Os itens são baseados na norma NBR ISO 22000 que foi desenvolvida pela *International Organization for Standardization* (ISO) e preenche a necessidade de um padrão mundial de segurança de alimentos com harmonização internacional dos requisitos de sistemas de segurança de alimentos, sendo um padrão integrado a tecnologia e aplicado a toda a cadeia de suprimentos, exigindo que, independente da organização, deve ser levado em consideração todos os perigos relacionados ao produto até o final da cadeia.

Também foi verificado com especificidade três itens dispostos no programa de pré requisitos, que é composto em sua totalidade por dezoito itens. O foco da pesquisa concentrou no item 8 - Adequação, limpeza e manutenção de equipamentos, que envolve os requisitos gerais, projeto sanitário, superfícies que entram em contato com o produto, controle de temperatura e equipamentos de monitoramento, limpeza das

instalações, utensílios e equipamentos e manutenção preventiva e corretiva; item 10 - Medidas para prevenção da contaminação cruzada, com inclusão de verificação da contaminação cruzada microbiológica, gestão de alergênicos e contaminação física; e o item 18 - Defesa do alimento, biovigilância e bioterrorismo com enfoque no controle de acessos.

A partir deste contexto, este trabalho buscou analisar os principais fatores determinantes nos procedimentos e atividades dos colaboradores no seguimento de novas metodologias de trabalho, bem como os impactos fundamentados nesta inovação corporativa em segurança de alimentos adotada pela organização.

Para a coleta de dados foi utilizada a entrevista focalizada, que segundo Gil (2007), é tão livre quanto a entrevista informal, porém enfoca um tema bem específico quando, ao entrevistado, é permitido falar livremente sobre o assunto, mas com o esforço do entrevistador para retomar o mesmo foco quando ele começa a desviar-se. É bastante empregado em situações com o objetivo de explorar a fundo alguma experiência vivida em condições precisas.

Outro motivo justificado pela escolha da entrevista como técnica metodológica é fundamentado por Ribeiro (2008), que destaca como vantajoso a utilização da técnica da entrevista, pela flexibilidade na aplicação e a facilidade de adaptação de protocolo, que viabiliza a comprovação e esclarecimento de respostas, como a taxa de resposta elevada e o fato de poder ser aplicada a pessoas não aptas à leitura, característica essa que pode ser encontrada no ambiente de produção industrial.

Assim, foi realizado o levantamento das informações junto aos colaboradores das áreas de processamento industrial, com a área de segurança patrimonial, área de gestão e controle da qualidade e gestão da produção. As informações foram compiladas e através da comparação ao atendimento dos requisitos dispostos na norma FSSC 22000 e as mudanças realizadas frente ao comportamento dos colaboradores quanto às adequações e alterações de procedimentos operacionais.

## **4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A partir do entendimento da norma internacional FSSC 22000 pela equipe, foi avaliado o programa de pré-requisitos na segurança de alimentos em conformidade a ABNT ISO/TS 22002-1:2012. Em análise dos principais fatores organizacionais que influenciaram em mudanças significativas no ambiente fabril, destacam-se os itens relacionados a adequação, limpeza e manutenção de equipamentos, conforme o item 8 da norma, às medidas para prevenção da contaminação cruzada, conforme item 10 e ao item 18 – defesa do alimento, biovigilância e bioterrorismo.

## 4.1 Adequação, limpeza e manutenção dos equipamentos – Item 8 da Norma FSSC 22000

Conforme a norma estudada e verificação no ambiente de estudo, não somente as áreas de produção assim como todas as instalações utilizadas para estocagem de produto acabado asseguram proteção contra poeira, condensações, efluentes e resíduos. Além disso toda a área de armazenamento é mantida limpa, seca e bem ventilada. Os produtos acabados são estocados longe do piso e afastados suficientemente das paredes, de modo que permitem inspeções, limpeza e controle de pragas.

Outros itens como vidros e materiais quebráveis que fazem parte da estrutura da unidade de produção também devem ser controlados e inspecionados. Importante salientar que conforme o item 8.6 da norma, Manutenção preventiva e corretiva, deve haver um procedimento de liberação para uso nas linhas de processamento, de equipamentos que passaram por manutenção, incluindo limpeza e sanitização, além da garantia de que nenhum perigo físico como pregos, parafusos possam entrar em contato com o produto final.

Diante desses casos, foram criados controles adicionais de monitoramento de processos. Foi elaborado uma planilha para controle de manutenções, onde há anotações pertinentes ao equipamento de antes e após ajustes e adequações. Com isso, iniciou-se nova cultura na abordagem das manutenções como um todo, com o intuito de garantir um alimento seguro, seguindo como mais uma barreira na intervenção destes tipos de possíveis ocorrências.

De acordo com essa nova cultura construída no ambiente fabril, foi criado um modelo para controle de porcas e parafusos, de tal maneira que quantificou-se todas as porcas e parafusos dos equipamentos e da linha de produção que pudessem entrar em contato com o produto, além de serem demarcados em vermelho. Assim, há a inspeção por turno desta quantidade de porcas e parafusos, previamente estudada, e no caso de alguma irregularidade, os produtos são segregados e então avaliados até encontrar a causa raiz do problema, com o objetivo de desenvolver uma ação corretiva e preventiva para eliminar ou minimizar este tipo de ocorrência.

Assim, foi possível identificar que principais mudanças pertinentes a estes itens foram em relação às adequações estruturais e a conscientização dos colaboradores quanto às novas rotinas, atividades e procedimentos a serem seguidos. Então, as responsabilidades direcionadas à garantia de um produto seguro não somente é especificada aos gestores da unidade de produção, bem como de todos colaboradores, como assistentes, operadores, mantenedores e áreas de apoio. Com isso, iniciou-se uma nova linha de pensamento para as tomadas de ações e decisões, acarretando na criação de uma nova cultura organizacional, que está sendo gradualmente assimilada pelos colaboradores com treinamentos e acompanhamento dos gestores.



## 4.2 Medidas para prevenção de contaminação cruzada – Item 10 da Norma FSSC 22000

Como regulamentado pela Anvisa, uma alergia alimentar refere-se a uma reação adversa à proteína alimentar, mediada por mecanismos imunológicos. Esta reação incita outras células especializadas, os mastócitos, a liberarem uma substância chamada histamina, que é a responsável pelo aparecimento dos sintomas alérgicos.

Para o controle do item 10.3 – Gestão de alergênicos, disposto na ABNT ISO/TS, a equipe de Segurança de Alimentos da empresa, criou o Programa de Controle de Alergênicos, que tem como objetivo identificar e segregar produtos acabados considerados alergênicos e conscientizar todos os funcionários da organização para garantir que o procedimento de segregação seja seguido e respeitado.

Foi considerado neste item a contaminação por limpezas em equipamentos, como a troca de produto ou então limpezas realizadas por prestadores terceirizados de serviços. Todos devem passar por treinamento prévio antes de execução de atividades em equipamentos ou parte dos mesmos que entram em contato direto com o produto ou propiciam algum risco de ocorrência.

Na elaboração deste plano também houve a preocupação com as atividades realizadas pelos operadores de preparação e que têm responsabilidades na manipulação do soro de leite, que é o principal insumo utilizado na fabricação de produtos e caracterizado na lista de alergênicos. Foram considerados que os funcionários que possuem contato direto com os produtos acabados devem higienizar as mãos, após a ingestão de alimentos, no início do seu trabalho, e quando do uso dos sanitários, uma vez que podem ser agentes de contaminação cruzada. Os uniformes precisam sempre estar limpos e não deve haver consumo de alimentos no ambiente de armazenamento, além de que todos funcionários devem passar por treinamentos periódicos de conscientização das boas práticas de fabricação bem como das reciclagens de informações referentes aos procedimentos operacionais padrão.

Após a conclusão do plano, todas as áreas receberam capacitação quanto aos perigos que os alergênicos podem causar, impactando não apenas na unidade de produção bem como os hábitos alimentares rotineiros. Investimentos em novos uniformes foram realizadas para os funcionários que trabalham na área de armazenamento e expedição, adequando assim à toda a cadeia produtiva.

## 4.3 Defesa do alimento, biovigilância e bioterrorismo – Item 18 da Norma FSSC 22000

Conforme o estudo bibliográfico e disposto na norma ISO/TS 22002-1:2012, o *Food Defense*, que é o conjunto de ações e procedimentos utilizados na prevenção da contaminação intencional e criação de protocolos utilizados para conter e responder de forma ágil e exata às ameaças e atos de contaminação intencional, foi um item

que interferiu diretamente no comportamento organizacional, uma vez que mudou a maneira de pensar, agir e observar as pessoas no dia a dia.

Para atendimento à norma, foram realizadas inspeções nos ambientes de produção, áreas de apoio e arredores da fábrica, a fim da identificação dos possíveis pontos sensíveis a sofrerem sabotagem, vandalismo ou terrorismo e então realizada análise das medidas protetoras adequadas e proporcionais a cada ponto sensível pela equipe de Segurança de Alimentos.

As principais medidas protetoras foram fundamentadas no controle de acesso as áreas, sendo restringidas fisicamente por fechaduras e cadeados quando pertinente a área, bem como investimento no sistema de monitoramento por câmeras e sensores de alarme/presença nas áreas, além da capacitação dos funcionários na identificação e ações preventivas de possíveis ameaçadores ao processo produtivo.

Um ponto a ser destacado cabe a capacitação dos colaboradores, uma vez que de todas as opções de controle, este exigiu menor investimento financeiro, além de que foi muito eficaz quando testado por simulações. Assim, com as informações passadas aos funcionários e treinamentos constantes, pôde-se observar uma cultura em *food defense* bem implementada.

Pode concluir que a continuidade das capacitações dos colaboradores junto ao acompanhamento das inovações em monitoramento de acessos, contribui para a solidez e efetividade das ações da equipe de gestão, que além de proporcionar competitividade do produto no mercado que atua, assegura a qualidade do produto e constrói uma relação de confiabilidade com os clientes.

## 5 | CONCLUSÃO

Conclui-se que o objetivo deste trabalho foi alcançado, uma vez que foi possível avaliar as principais mudanças ocorridas na organização, objeto de estudo, quando da implementação de uma norma internacional de segurança de alimentos e a relação com o comportamento dos colaboradores quanto aos novos procedimentos e rotinas de trabalho a serem desempenhadas pelos funcionários, diante a nova filosofia de gestão de segurança de alimentos.

Hábitos e novas práticas adotadas no atendimento ao item 18 - Defesa do alimento, biovigilância e bioterrorismo foram os que causaram maior impacto no comportamento dos colaboradores, uma vez que causou certo receio entre os mesmos quanto às instalações de câmeras e informações de início de monitoramento das atividades. Outro item que gerou modificações estruturais e de procedimentos foi quanto ao item 10.3 - Gestão de alergênicos, com novas ideias e conseqüentemente o desafio de uma nova cultura sendo implementada.

Também é possível observar que a visão estratégica da empresa em manter-se competitiva no mercado que atua, a busca de abertura de novos mercados e elaboração de programas de capacitação no desenvolvimento de uma cultura sólida entre os

colaboradores na produção de um alimento seguro são os principais responsáveis pela forte assimilação dos funcionários neste processo evolutivo e conjunto à organização de uma inovação cultural da empresa.

## REFERÊNCIAS

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *ISO/TS 22002-1: programa de pré-requisitos na segurança de alimentos.* Rio de Janeiro, 2012.

**BERTOLINO, M. T.** *Gerenciamento da qualidade na indústria alimentícia: ênfase em segurança dos alimentos.* São Paulo: Artmed, 2010.

**BRANDÃO, Hugo P.; GUIMARÃES, Tomás A.** *Gestão de competências e gestão de desempenho: tecnologias distintas ou instrumentos de um mesmo constructo..* Revista de Administração de Empresas, v. 41, n. 1, p. 8-15, 2001.

**BUREAU VERITAS.** *FSSC 22000: Mostrando seu compromisso com a Segurança de Alimentos. 2017.* Disponível em: <http://www.bureauveritascertification.com.br/solucoes/certificacoessetoriais/alimentos/fssc-22000#&panel1-1>. Acesso em: 27/06/2017.

**DUTRA, J. S.;** *Gestão por Competências: um modelo avançado para o gerenciamento de pessoas.* São Paulo: Gente, 2001.

**FIGUEIREDO, V.F.; COSTA NETO, P.L.** *Implantação do HACCP na indústria de alimentos.* Revista Gestão & Produção v.8, n.1, p.100-111, abr. 2001.

**GIL, Antonio Carlos.** *Como Elaborar Projetos de Pesquisa.* 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

**JOHANN, Sílvio Luiz.** *Gestão da cultura corporativa: como as organizações de alto desempenho gerenciam sua cultura organizacional.* São Paulo: Saraiva, 2004.

**KITAKAWA, J. A.** *Conferência global da GFSI, Food Safety, a Shared Responsibility.* DNV GL 2015.

**LEONTIADES, M.** *Management Policy, Strategy and Plans.* Boston: Little, Brown and Company, 1982.

**LUZ, Ricardo.** *Gestão do Clima Organizacional.* Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

**Manual de Oslo:** *diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação.* 3. ed. Finep, 2004.

**MORGAN, Gareth.** *Imagens da Organização: edição executiva.* São Paulo: Atlas, 2009.

**NEWSTROM, John W.** *Comportamento Organizacional: o comportamento humano no trabalho.* São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

**REZENDE, D. A.** *Planejamento Estratégico: Guia prático.* São Paulo: Ed. Copyrightit, 2008.

**RIBEIRO, Elisa Antônia.** *A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. Evidência: olhares e pesquisa em saberes educacionais,* Araxá/MG, n. 04, p.129-148, 2008.

**ROBBINS, S. P.** *Comportamento Organizacional.* 11. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

**SILVA JUNIOR, A. S.; SANTOS, C. I.; FEITOSA, M.; VIDAL, R. M. C. S.** *Consultoria: um estudo sobre o papel do consultor na formação da estratégia organizacional.* Revista Iberoamericana de

Estratégia, v. 11, p. 178- 203, 2012.

**TANABI, C.H.; SOUZA, J.P.** *Dificuldades na implantação de um sistema da qualidade baseado na norma ISO 9001:2000: estudos de casos de empresas do setor metalmeccânico da região de Maringá/ PR.* XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de Novembro de 2006.

**VIGODA-GADOT, E.; COHEN, A.** *Influence tactics and perceptions of organizational politics: A longitudinal study.* Journal of Business Research, 55, 311-324, 2002.

## ANÁLISE DE *LAYOUT* DOS ALMOXARIFADOS EM UMA ENCARROÇADORA DE ÔNIBUS

### **Thales Henrique Kascher Santos**

Universidade Federal de São João del Rei  
(UFSJ) – DEMEC  
São João del Rei – Minas Gerais

### **Leandro Reis Muniz**

Universidade Federal de São João del Rei  
(UFSJ) – DEMEC  
São João del Rei – Minas Gerais

**RESUMO:** O estudo do layout impacta diretamente na eficiência do fluxo da produção e na produtividade fabril e seus custos advindos. Nesse sentido, a cronoanálise, o Systematic Layout Planning (SLP) e o FacPlan são metodologias que podem ser utilizadas ao se falar de projetos de layout e relayout. Dessa maneira, o trabalho aborda e discute sobre as características de cada um desses métodos, desenvolve um estudo de caso utilizando a metodologia FacPlan. A pesquisa foi feita em uma empresa encarroçadora de ônibus, mais especificamente em seus almoxarifados de abastecimento de materiais para a linha de produção, na parte do revestimento interno e acabamento. Após levantar o estado atual do layout e mensurar elementos provenientes deste, foi elaborada de uma proposta de sua mudança que diminua as distâncias entre os almoxarifados e seus pontos de abastecimento na linha de produção. De acordo com os dados

que foram levantados, as mudanças sugeridas podem gerar uma redução de 30,48% nos espaços percorridos diariamente, além de uma queda anual de 43,28% nos custos de movimentação de materiais que envolvem esses setores.

**PALAVRAS-CHAVE:** *FacPlan*, *Layout*, custo de movimentação de material.

**ABSTRACT:** The layout study has a direct impact on the efficiency of the production flow and on the manufacturing productivity and its costs. In this sense, chronoanalysis, Systematic Layout Planning (SLP) and FacPlan are methodologies that can be used when talking about layout and relayout projects. In this way, the work addresses and discusses the characteristics of each of these methods, develops a case study using the FacPlan methodology. The research was done at a bus manufacturer, more specifically in its warehouses supplying materials to the production line, in the part of the inner lining and finishing. After raising the current state of the layout and measuring elements from it, a proposal was made for its change that would reduce the distances between the warehouses and their supply points in the production line. According to the data collected, the suggested changes can lead to a reduction of 30.48% in the spaces traveled daily, in addition to an annual fall of 43.28% in the material handling

costs involved in these sectors.

**KEYWORDS:** *FacPlan, Layout, moving material cost*

## 1 | INTRODUÇÃO

Considerando o contexto do mercado mundial e a busca das organizações por competitividade, cada vez mais é necessário a procura por ferramentas e técnicas que melhorem seus processos produtivos. Nesse sentido, o estudo de *layout* (ou arranjo físico), é importante, pois é fator determinante para a eficiência do fluxo de produção, impactando na produtividade fabril e seus consequentes custos (SANTOS, GOHR e URIO, 2014). Silva (2009) enfatiza, também, que este pode influenciar diretamente no desempenho da organização e na consequente satisfação do cliente. Segundo Peinado e Graeml (2004), a necessidade de planejamento de um novo arranjo pode ser promovida por motivos, como: expansão da capacidade produtiva, desejo de redução do custo operacional, introdução de nova linha de produtos ou melhoria do ambiente de trabalho.

De acordo com Slack *et al.* (2015), um *layout* mal estruturado pode ter como consequência um fluxo de materiais e pessoas longo, confuso e imprevisível; geração de estoques; filas ao longo das operações; grandes tempos de processamento; operações inflexíveis e altos custos de produção. Todavia, de acordo com Pache (2016) um arranjo físico bem planejado tem como benefícios otimização do processo produtivo, gerando bons níveis de eficiência ao se dizer sobre o atendimento da demanda e redução de custos.

De acordo com informações da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) (2018), o mercado automotivo emprega 1,3 milhões de pessoas no Brasil e foi responsável por 4% do Produto Interno Bruto (PIB) do país no ano de 2015. Ainda de acordo com a instituição, a produção de ônibus se encarrega de 0,76% desse negócio, tendo fabricado 20.643 unidades no ano de 2017. Em um mercado desse tamanho é necessário que as empresas busquem métodos que contribuam por uma vantagem competitiva e estudo de *layout* pode ser uma ferramenta que auxilia essas organizações a melhorar seus resultados.

Diversas são as metodologias utilizadas para o projeto de *layout* e a cronoanálise (estudo de tempos e métodos), planejamento sistemático de *layout* (SLP) e *FacPlan* são algumas dessas e que serão abordadas no presente estudo.

### 1.1 Tipos de *layout*

*Layout* pode ser definido como a decisão da localização dos recursos de transformação de um processo produtivo, estabelecendo a maneira na qual os recursos transformados vão fluir durante as operações (SLACK *et. al.*, 2015). De encontro a isso, Neumann e Scalice (2015) o conceituam como responsável pela coordenação de cinco fatores da gestão industrial: homem, material, dinheiro, máquina e mercado.



O *layout* posicional, ou de posição fixa, pode ser definido como aquele arranjo que os recursos transformados não se movem perante os recursos transformadores, ou seja, quem ou o que sofre o processo fica estático (SLACK *et. al*, 2015). Já o *layout* por produto, ou em linha, é aquele que, de acordo com Peinado e Graeml (2004), as estações de trabalho, contendo máquinas, equipamentos e mão de obra, são organizados de acordo com a sequência de montagem do produto. Assim, o material segue um fluxo previamente determinado dentro dos processos.

O *layout* por processo, ou funcional, é aquele que incorpora em um mesmo local todos os processos, equipamentos, operações e/ou montagens do mesmo tipo e função. Assim, os produtos, clientes ou informações percorrerão uma trajetória de processo a processo de acordo com sua necessidade (PEINADO E GRAEML, 2004; SLACK *et. al*, 2015). O *layout* celular consiste em um arranjo que busca unir os benefícios dos arranjos físicos por processo (eficiência) e por produto (flexibilidade), assim os recursos transformados movimentam-se em uma parte específica da operação (célula) onde todos os recursos necessários para a produção deste se encontram (PEINADO E GRAEML, 2004; SLACK *et. al*, 2015; NEUMANN E SCALICE, 2015).

Por fim, o *layout* misto, também denominado de híbrido, consiste na utilização de dois ou mais arranjos físicos clássicos em uma mesma unidade produtiva sendo que sua utilização se dá pela alta variedade de volume em um grande *mix* de produção (NEUMANN E SCALICE, 2015). Ainda de acordo com os autores, cada um dos tipos clássicos de *layout* citados permitem a utilização de ferramentas e metodologias diferentes para seu projeto, dependendo de todo o contexto no qual projetista e organização estão inseridos.

## 1.2 Cronoanálise

O objetivo do estudo de tempos e métodos é estabelecer a melhor e mais eficiente forma de exercer uma atividade, levando em consideração redução de custos e padronização do método de trabalho (PEINADO E GRAEML, 2004 e SAKAI, 2014). De acordo com Oliveira (2009), a metodologia consegue, através de levantamentos técnicos, a melhoria contínua do processo de produção, além do maior rendimento dos colaboradores envolvidos no processo. Ainda de acordo com o autor, essas melhorias acontecem no sentido de que os tempos são analisados e fundamentados de tal maneira que as ociosidades são eliminadas e características físicas como a fadiga são levadas em consideração para a definição do padrão referencial.

A cronoanálise é uma metodologia utilizada para realizar os estudos de tempos e métodos e, de acordo com Peinado e Graeml (2004), esta objetiva criar um padrão referencial do tempo que um operador deve gastar para realizar uma atividade. Com a cronoanálise é possível identificar pontos ineficientes no processo, dessa maneira seu uso se faz necessário quando existe o interesse de entender e melhorar o sistema produtivo (BORTOLI, 2013).

Dada a importância da cronoanálise, Bortoli (2013) reafirma os sete passos

a serem seguidos para aplicação da metodologia propostos por Barnes em 1977, são esse: obter e registrar dados da operação e do operador; dividir a operação em elementos; registrar o tempo gasto pelo operador ao realizar a tarefa; avaliar o ritmo do operador; determinar as tolerâncias que serão utilizadas e determinar o tempo-padrão para a operação.

O tempo normal pode ser definido como o tempo gasto por um operador para concluir uma atividade específica, considerando que o mesmo esteja treinado, qualificado e em ritmo, ou velocidade, normal de trabalho (FREITAS, 2016). É importante ressaltar que a velocidade “v” é determinada de maneira subjetiva como 1, ou 100%, sendo que um número maior que esse representa um ritmo acelerado e um valor menor reflete uma baixa velocidade, baseando-se no tempo que a organização permite a realização da tarefa. De acordo com Peinado e Graeml (2004) seu cálculo pode ser feito de acordo com a Equação 1:

$$TN = TC \times v \quad (1)$$

Em que:

$TN$  = Tempo normal;

$TC$  = Tempo cronometrado;

$v$  = Velocidade do operador.

O tempo padrão pode ser definido como o tempo necessário para um operário executar determinada tarefa de acordo com determinado método, adicionando-se tolerâncias para compensar o período que o mesmo se ausentou de suas atividades por fatores como atendimento às necessidades pessoais, fadiga e tempo de espera (PEINADO E GRAEML, 2004; REIS, MUNIZ E SANTOS, 2017). Em seu trabalho, Oliveira (2009) resume que o tempo padrão é um tempo normal revisado devido às necessidades do operador, considerando suas habilidades e fatores fisiológicos e do processo.

Em seus estudos, Peinado e Graeml (2004) propõem que o tempo padrão pode ser obtido pela multiplicação do tempo normal por um fator de tolerância, como mostra a Equação 2:

$$TP = TN \times FT \quad (2)$$

Em que:

$TP$  = Tempo padrão;

$TN$  = Tempo normal;

$FT$  = Fator de tolerância.

### 1.3 SLP

O Planejamento sistemático de *layout* (SLP) foi desenvolvido por Muther (1973) e se trata de um método que procura, dentre vários cenários, o que mais se ajusta às necessidades da organização (SILVA, 2009 e MARTINS E FREITAS, 2014).

Utilizando-se de um sistema de taxas de relacionamento entre departamentos, o SLP possui como objetivo a redução de custos, resultante do aumento da produtividade obtido através de melhorias na utilização do espaço físico e menor fluxo de materiais, pessoas e produtos. Dessa maneira, a ferramenta busca a melhor opção de *layout* o possível para a organização, considerando o contexto em que esta está inserida, sendo utilizada como auxílio para a tomada de decisões (TORTORELLA E FOGLIATTO, 2008 e COUTO, 2010).

De acordo com Santos, Gohr e Urio (2014), no modelo proposto por Muther em 1973, a estruturação é feita por quatro fases que representam o nível de detalhamento que o projeto de *layout* deve abranger. São essas: localização (1) – área geográfica que será utilizada para a nova instalação; *layout* geral (2) – representa toda a área da organização, definindo as inter-relações entre os setores; *layout* detalhado (3) – trata do arranjo físico das máquinas e postos de trabalho e implantação (4) – aplicação do planejamento feito nas etapas anteriores.

É importante ressaltar que todas as fases são interligadas de tal maneira que os dados de saída de uma servem como dados de entrada para a seguinte. Além disso, o plano pode abranger uma quantidade menor de fases e isso acontece, principalmente, ao se tratar de um projeto de *relayout* e, nesses casos, a hierarquia das fases deve ser mantida (SANTOS, GOHR E LAITANO, 2012).

O roteiro para implementação do SLP proposto por Muther (1973) é apresentado na Figura 1:

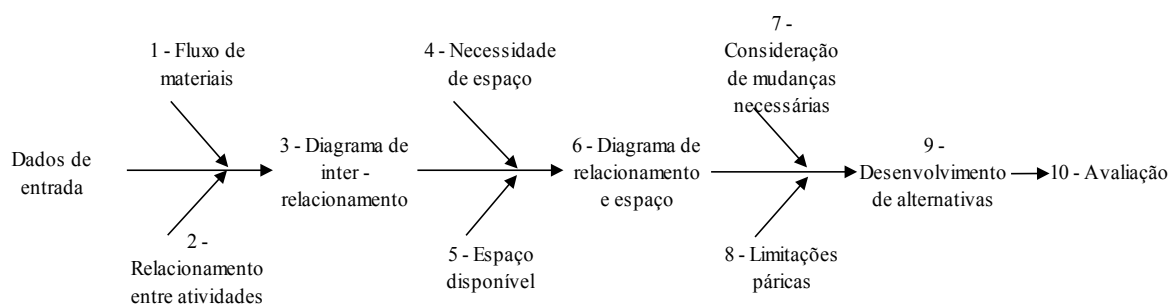


Figura 1 – Metodologia SLP

Fonte: Muther (1973)

De acordo com Silva (2009) e Santos, Gohr e Urio (2014) essas etapas consistem: Dados de entrada – Os dados de entrada necessários para aplicação do SLP são as atividades do processo em estudo;

Fluxo de materiais – Levantamento do caminho percorrido pelos materiais no processo em estudo, levando em consideração a sequência e intensidade do deslocamento do material;

Relacionamento entre atividades – Levantamento do relacionamento existente entre as atividades e setores envolvidos no processo. A ferramenta utilizada nessa fase é a carta de interligações preferenciais, na qual de acordo com uma escala A,

E, I, O, U e X, indica a necessidade de proximidade entre setores, sendo que a letra “A” aponta o desejo de proximidade máxima e a letra “U” assinala proximidade não importante. Além disso, a letra “X” denota uma proximidade não indicada;

Diagrama de inter-relacionamento – Esta ferramenta trata-se de um gráfico que integra as informações advindas do fluxo de materiais e o relacionamento entre as atividades, representando as afinidades entre setores;

Necessidade de espaço – Determinação da necessidade de espaço para alocar as máquinas e equipamentos;

Espaço disponível – Verificação do espaço físico disponível para alocar as máquinas e equipamentos;

Diagrama de relacionamento e espaço – Consiste na representação dos setores e os espaços requeridos por estes, levando em consideração que o espaço demandado já foi balanceado com o disponível;

Consideração de mudanças necessárias – É a etapa que são feitos ajustes necessários, considerando fatores relativos ao processo;

Limitações práticas – Levantamento das limitações existentes referentes a temas como custos, restrições técnicas, de segurança etc;

Desenvolvimento de alternativas – Através de todos os dados obtidos deve-se criar alternativas possíveis de *layout* para o processo em estudo;

Avaliação – Trata-se da avaliação, dentre as alternativas geradas, de qual a melhor opção para seguir com o projeto de *layout* ou *relayout*.

## 1.4 FacPlan

O *FacPlan* é uma metodologia de planejamento sistêmico de *layout* proposto por Lee em 1998 e pode ser conceituada como um planejamento e projeto do *layout* que é feito de forma sistêmica, tendo responsáveis e prazos definidos (COUTO, 2010 e GUILLET, 2014). De acordo com Pache (2016), Lee possuía a ideia de que o projeto de instalação de uma fábrica deve seguir do geral ao particular, ou seja, do local que será construída organização, até onde os postos de trabalho serão alocados. Seguindo essa ideia, Couto (2010) destaca que a metodologia engloba cinco níveis que deverão ser levados em consideração para o planejamento de *layout*, a Tabela 1 explicita tais níveis, demonstrando, também, os resultados esperados em cada um destes.

| Nível       | Atividade                     | Área ou UPE                     | Ambiente            | Resultado                            |
|-------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| I - Global  | Localização e seleção         | Locais                          | Mundial ou nacional | Definição do país, estado e cidade   |
| II - Supra  | Planejamento                  | Características das construções | Local               | Planta do terreno e das instalações  |
| III - Macro | <i>Layout</i> das instalações | Células ou setores              | Construção          | Projeto da planta industrial         |
| IV - Micro  | <i>Layout</i> dos setores     | Características das células     | Células             | Projeto do <i>layout</i> dos setores |

|               |                                  |                             |                      |                                  |
|---------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------------------|
| V - Sub micro | Projeto das estações de trabalho | Localização das ferramentas | Estações de trabalho | Projeto das estações de trabalho |
|---------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------------------|

Tabela 1 – Níveis de planejamento de layout

Fonte: Adaptado de Lee (1998)

Ao se falar do planejamento e projeto de *layout* ou *relayout*, o *FacPlan*, assim como o SLP, pode ater-se a uma quantidade menor de fases que as cinco apresentadas, sendo que é possível a escolha de somente uma dessas etapas (GUILLET, 2014). Também, de acordo com Santos, Gohr e Urio (2014), o *FacPlan* consiste em um modelo de procedimentos complementar ao SLP, uma vez que apresenta o aprimoramento de algumas etapas e ferramentas utilizadas nesta metodologia. Assim, considerando que ambos os métodos possuem um roteiro de implementação parecidos, o presente estudo irá abordar apenas as diferenças existentes entre ambos.

Ainda de acordo com Santos, Gohr e Urio (2014), o método *FacPlan* utiliza a nomenclatura unidades de planejamento de espaço (UPE) para tratar as áreas que serão envolvidas no projeto do *layout*. Além disso, ao se falar da parte do “diagrama de inter-relacionamento” no SLP, o *FacPlan* apresenta distinção no sentido que a ferramenta utilizada é o diagrama de configurações, que baseasse em aspectos quantitativos e qualitativos. A diferença consiste basicamente que esta técnica integra os dois tópicos em uma única matriz, que para ser feita necessita de dados da intensidade do fluxo e da necessidade de proximidade, definida na etapa de “relacionamento entre atividades”, presente no SLP. Para elaboração de tal matriz, a metodologia substitui as letras “A, E, I, O e U” das cartas de interligações preferenciais por uma escala de 0 a 4 (o X é marcado a parte) e, para mensuração dos valores do fluxo de materiais, é aplicada a carta “de-para”, adaptada de tal forma que seus valores são colocados na mesma escala de 0 a 4, por proporcionalidade.

## 1.5 Indicadores de desempenho

Indicadores de desempenho podem ser conceituados como um grupo de informações que auxiliam as equipes gerenciais a administrar sua organização (CALLADO, MENDES E CALLADO, 2013). De acordo com Do Nascimento *et. al* (2011) as medidas de desempenho apoiam os gestores em uma boa comunicação com a equipe da expectativa da organização em relação a estes, a saber o andamento de sua área de atuação, a identificar eficiências e ineficiências no processo, além de tomar decisões em cima de informações mais sólidas e que possam ser justificadas.

Dessa forma, para o presente estudo, um indicador foi escolhido com o objetivo de avaliar a eficácia do novo *layout* sugerido. Se trata do Custo de movimentação de materiais, que foi proposto por Almeida (2011) e Santos, Gohr e Urio (2014) e tem sua fórmula exemplificada na Equação 3. Este possui a finalidade da minimização dos custos relacionados ao transporte de materiais levando em consideração três

variáveis, fluxo, distância e custo.

$$Ctm = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Fij \times Dij \times Cij \quad (3)$$

Em que:

$Ctm$  = Custo total de movimentação de materiais;

$n$  = Número total de centros de trabalho do *layout*;

$Fij$  = Fluxo ou movimentação entre os centros de trabalho  $i$  e  $j$ ;

$Dij$  = Distância entre os centros de trabalho  $i$  e  $j$ ;

$Cij$  = Custo unitário por distância percorrida entre os centros de trabalho  $i$  e  $j$ .

## 2 | METODOLOGIA

Em seus estudos Martins, Mello e Turrioni (2014) e Gray (2016) afirmam que existem diversas maneiras de se classificar uma pesquisa e, seguindo este pensamento, as que são de natureza aplicada têm o propósito de melhorar entendimentos organizacionais específicos, com ênfase em atingir resultados reais e práticos, comprovando ou aceitando hipóteses de modelos teóricos. Além disso, estudos com objetivos explicativos são aqueles que se comprometem em analisar informações descritivas, respondendo perguntas do tipo “por que” e “como”, desta maneira são indicadas hipóteses que explicam o tema analisado.

Ainda de acordo com os autores, a abordagem qualitativa procura entender fenômenos em seu próprio contexto, atribuindo a estes seus devidos significados. Já o método do estudo de caso propõe uma pesquisa profunda, exaustiva e amplo detalhamento do problema, resultando em um bom entendimento e uma boa convicção sobre o assunto tratado. Tendo isso em vista, o presente trabalho se trata de uma pesquisa de natureza aplicada, com objetivos explicativos, uma abordagem qualitativa seguindo o método de estudo de caso (MARTINS, MELLO E TURRIONI, 2014).

A coleta dos dados iniciou-se em abril de 2018 e utilizou-se principalmente da observação do autor sobre o processo em estudo e de entrevistas com os funcionários responsáveis por cada área. Além disso, a obtenção das informações relacionadas as distâncias atuais do processo foram adquiridas com o auxílio do *layout* fabril fornecido para o trabalho e os custos envolvidos, como o da mão de obra e do maquinário utilizado, também foram cedidos pela empresa. Com isso, foram definidos os parâmetros necessários para realizar a proposta de mudança de *layout* de acordo com a metodologia escolhida.

Levando em consideração o que foi apresentado até o momento o objetivo do estudo é analisar o impacto do *layout* em uma organização encarroçadora de ônibus, abordando: fluxos; funções; atividades; distribuição; relação entre variabilidade e volume de produção; principais impactos do *layout*; fluxo de processo; informações e transporte. O relatório será estruturado da seguinte maneira: a primeira parte trata-se



da “Introdução”, que apresenta as considerações iniciais e é exposto o embasamento teórico para compreensão da pesquisa. Em seguida exibe-se a metodologia utilizada, já na terceira parte será retratado o “Estudo de caso” que trata da aplicação das ferramentas propostas em uma organização e depois são discutidos os resultados obtidos. Por fim, serão apontadas as conclusões seguidas dos agradecimentos e referências.

### 3 | ESTUDO DE CASO

#### 3.1 A empresa e o processo em estudo

A presente pesquisa foi realizada em uma organização encarregadora de ônibus e, por motivo de sigilo, será por essa denominada de empresa *alfa*. O estudo irá focar na parte da logística de abastecimento de linha, mais precisamente na área de revestimento interno, acabamento, revisão de elétrica mecânica e liberação dos veículos produzidos. Estes setores são responsáveis pela montagem dos componentes internos das carrocerias, de acordo com o desejo dos clientes e as normas vigentes do local em que o veículo irá ser utilizado.

A logística de abastecimento de linha possui o dever de fornecer os materiais necessários, no momento correto, com sua integridade física garantida para a montagem dos ônibus na linha de produção. O abastecimento ocorre principalmente por meio de *kanbans* e *kits*, sendo o primeiro modo utilizado para itens de grande volume (como parafusos, porcas e rebites) e o segundo para elementos de menor consumo e de maior variabilidade, de acordo com o *mix* de produção.

Com o objetivo de realizar o estudo de projeto de *relayout* focado em diminuir as distâncias que os materiais percorrem para o abastecimento de linha na encarregadora *alfa* foi realizado um trabalho focado na metodologia *FacPlan*. Esse método foi escolhido, pois o estudo aborda o fluxo de materiais, assim os métodos SLP e *FacPlan* possuem tratativas que se demonstram mais adequadas, uma vez que são estruturados, principalmente, para a diminuição desses fluxos e suas distâncias relacionadas. Em relação ao SLP e *FacPlan* a segunda sistemática foi preferida por possuir alguns pontos de melhora em relação a primeira. Para melhor entendimento de quais são os setores estudados foi elaborada a Tabela 2, que enumera e classifica todas as áreas como sendo um almoxarifado geral, almoxarifado de montagem de *kits* ou como pontos de abastecimento na linha de produção.

| ID | UPE's                                  | Classificação                       |
|----|--|-------------------------------------|
| 1  | Montagem dos <i>kits</i> de acabamento | Almoxarifado montagem de <i>kit</i> |
| 2  | Itinerários                            | Almoxarifado montagem de <i>kit</i> |
| 3  | <i>Kits</i> de liberação               | Almoxarifado montagem de <i>kit</i> |
| 4  | <i>Kits</i> de mecânica                | Almoxarifado montagem de <i>kit</i> |

|    |                                    |                                     |
|----|------------------------------------|-------------------------------------|
| 5  | Almoxarifado Revestimento          | Almoxarifado montagem de <i>kit</i> |
| 6  | Almoxarifado Tubulação             | Almoxarifado montagem de <i>kit</i> |
| 7  | Almoxarifado 03 - Itens comprados  | Almoxarifado geral                  |
| 8  | Almoxarifado 07 - Itens fabricados | Almoxarifado geral                  |
| 9  | Almoxarifado 10 - Fibras           | Almoxarifado geral                  |
| 10 | Revestimento                       | Ponto de abastecimento de linha     |
| 11 | Pnt. Acabamento 1                  | Ponto de abastecimento de linha     |
| 12 | Pnt. Acabamento 2                  | Ponto de abastecimento de linha     |
| 13 | Pnt. Acabamento 3                  | Ponto de abastecimento de linha     |
| 14 | Pnt. Acabamento 4                  | Ponto de abastecimento de linha     |
| 15 | Pnt. Acabamento 5                  | Ponto de abastecimento de linha     |
| 16 | Pnt. Acabamento 6                  | Ponto de abastecimento de linha     |
| 17 | Célula de anteparos e tubulação    | Ponto de abastecimento de linha     |
| 18 | Célula de bloqueador de porta      | Ponto de abastecimento de linha     |
| 19 | Revisão elétrica mecânica          | Ponto de abastecimento de linha     |
| 20 | Liberção                           | Ponto de abastecimento de linha     |

Tabela 2 – UPE's do estudo

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.2 O estudo de *relayout*

O estudo para o projeto de *relayout* utilizou-se da metodologia *FacPlan* e, seguindo o método, as Tabelas 3 e 4 apresentam os fluxos entre os setores (letras em azul), necessidade de proximidade entre as áreas (letras em vermelho) e a matriz resultante da multiplicação das duas primeiras ( $M3=0,5M1+0,5M2$ ).

| ID | UPE's                                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | Montagem dos <i>kits</i> de acabamento | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 2 | 0  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 2  | Itinerários                            | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 2 | 0  | 0  | 0  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3  | <i>Kits</i> de liberação               | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 4  | 0  | 0  | 0  | 4  | 4  |
| 4  | <i>Kits</i> de mecânica                | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 2 | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 0  | 0  |
| 5  | Almoxarifado Revestimento              | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 2 | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 6  | Almoxarifado Tubulação                 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 4  | 0  | 0  | 0  |
| 7  | Almoxarifado 03 - Itens comprados      | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| 8  | Almoxarifado 07 - Itens fabricados     | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  |
| 9  | Almoxarifado 10 - Fibras               | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 10 | Revestimento                           | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 11 | Pnt. Acabamento 1                      | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 12 | Pnt. Acabamento 2                      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 13 | Pnt. Acabamento 3                      | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 4  | 0  | 0  | 3  | 0  | 0  | 0  |
| 14 | Pnt. Acabamento 4                      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 15 | Pnt. Acabamento 5                      | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 16 | Pnt. Acabamento 6                      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 17 | Célula de anteparos e tubulação        | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 18 | Célula de bloqueador de porta          | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 19 | Revisão elétrica mecânica              | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 20 | Liberção                               | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Tabela 3 – Fluxo entre as UPE's (M1) e Necessidade de proximidade entre as UPE's (M2)

Fonte: Elaborado pelo autor

| ID | UPE's                              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|----|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | Montagem dos kits de acabamento    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2  | Itinerários                        | 0 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3  | Kits de liberação                  | 0 | 0 |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4  | Kits de mecânica                   | 0 | 0 | 0 |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5  | Almoxarifado Revestimento          | 0 | 0 | 0 | 0 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6  | Almoxarifado Tubulação             | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7  | Almoxarifado 03 - Itens comprados  | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8  | Almoxarifado 07 - Itens fabricados | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 0 |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 9  | Almoxarifado 10 - Fibras           | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 10 | Revestimento                       | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 11 | Pnt. Acabamento 1                  | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 12 | Pnt. Acabamento 2                  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 13 | Pnt. Acabamento 3                  | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 14 | Pnt. Acabamento 4                  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 2  |    |    |    |    |    |    |    |
| 15 | Pnt. Acabamento 5                  | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  |    |    |    |    |    |    |
| 16 | Pnt. Acabamento 6                  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  |    |    |    |    |    |
| 17 | Célula de anteparos e tubulação    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0  | 0  | 0  | 3  | 0  | 0  | 0  |    |    |    |    |
| 18 | Célula de bloqueador de porta      | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |    |    |    |    |
| 19 | Revisão elétrica mecânica          | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |    |    |    |
| 20 | Liberação                          | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |    |    |

Tabela 4 – Matriz resultante (M3)

Fonte: Elaborado pelo autor

Em posse dessa matriz, foi elaborado o digrama de configurações da área, exposto na Figura 2:

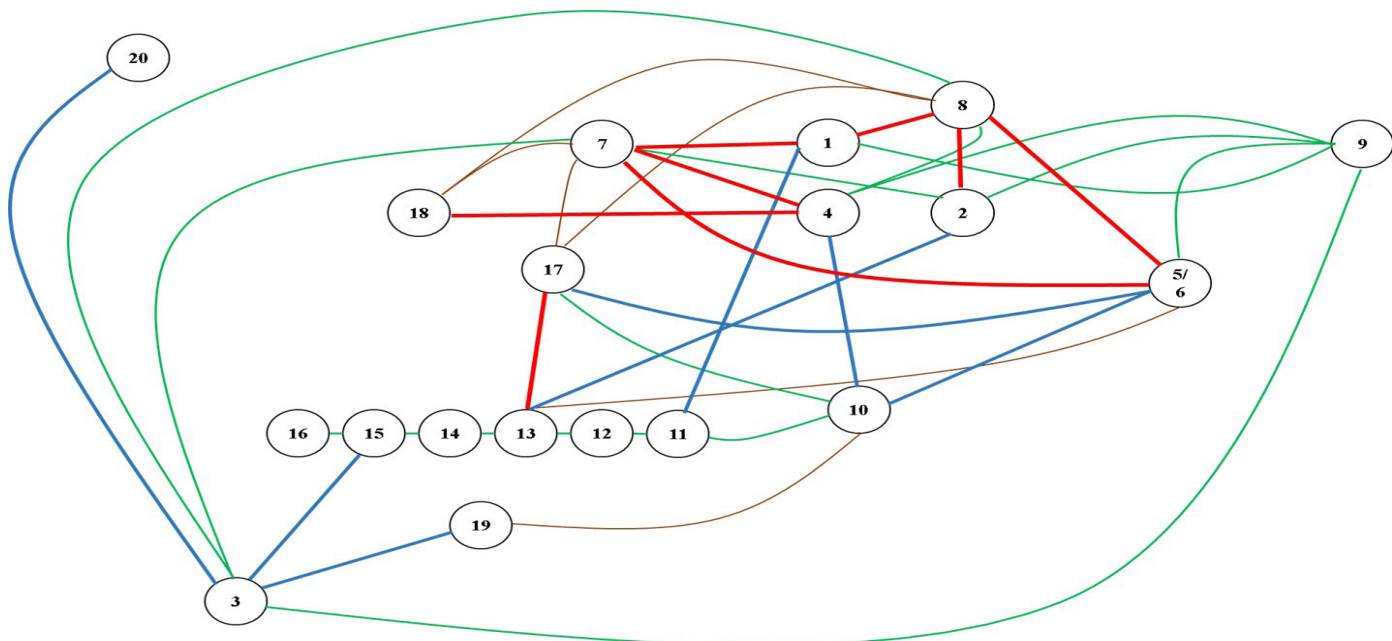


Figura 2 – Diagrama de configurações

Fonte: Elaborado pelo autor

| Legenda |                     |
|---------|---------------------|
|         | Afinidade de grau 1 |
|         | Afinidade de grau 2 |
|         | Afinidade de grau 3 |
|         | Afinidade de grau 4 |

Seguindo a metodologia, em seguida, foi levantada a necessidade de espaço para cada uma das áreas (em m<sup>2</sup>): montagem *kits* de acabamento – 121; itinerários –

67,2; *kits* liberação - 99,6; *kits* mecânica - 76,8; almoxarifado do revestimento – 71,1; almoxarifado tubulação - 23. É importante ressaltar que o presente estudo está se limitando a avaliar apenas modificações dos almoxarifados de montagem de *kits* e nos pontos de abastecimento que são células, pois mudanças nos almoxarifados gerais e na linha de produção demandam um investimento financeiro elevado, dificultando a aprovação do projeto.

Em posse de todos os dados apresentados, foi desenvolvida uma proposta de novo *layout* para as áreas em estudos. Este teve como objetivo principal a aproximação dos almoxarifados de montagem de *kits* dos seus pontos de abastecimento na linha de produção. A Figura 3 ilustra a posição das UPE's no *layout* atual (representado por setas) e no proposto (contorno com linha contínua), em seguida são justificadas as alterações.

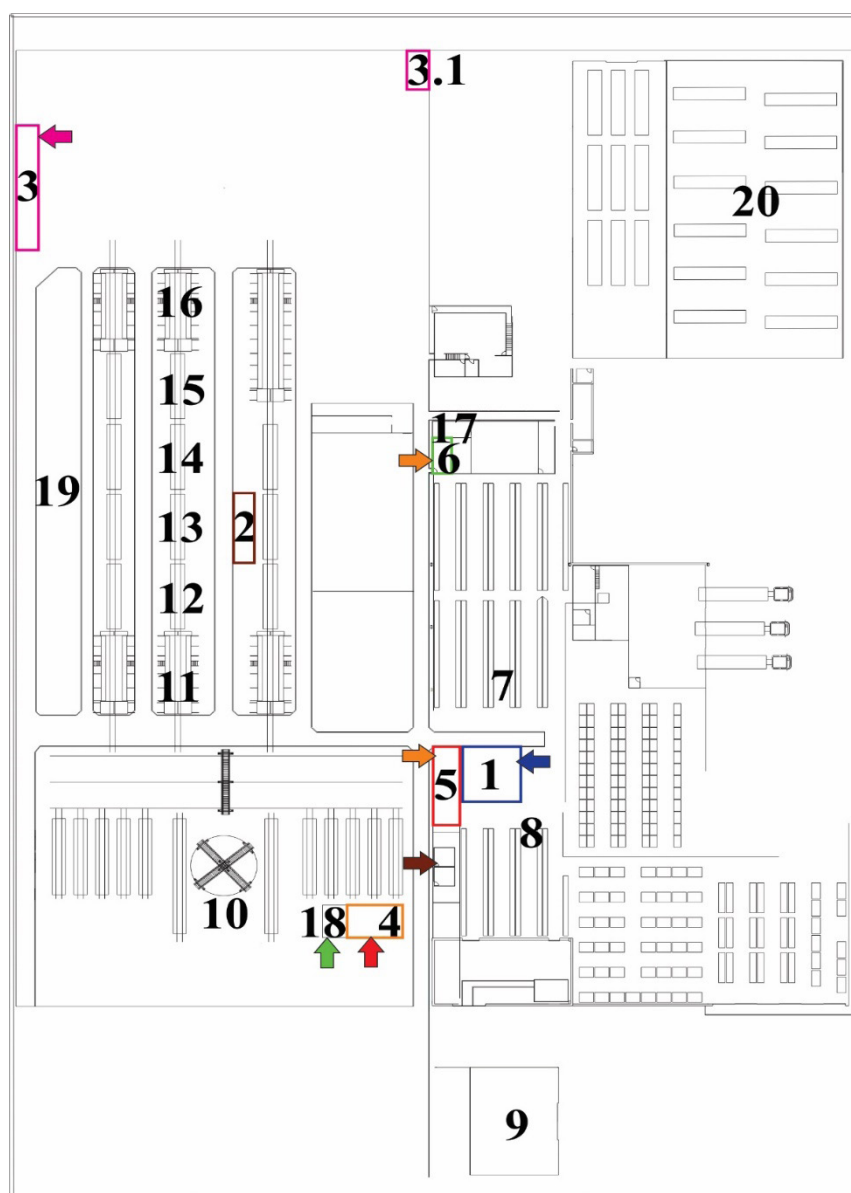








Figura 3 - *Layout* atual e proposto

Fonte: Elaborado pelo autor

| Legenda                            |   |
|------------------------------------|---|
| UPE's                              | Cor   |
| Montagem <i>kits</i> de acabamento |  |
| Itinerários                        |  |
| <i>Kits</i> liberação              |  |
| <i>Kits</i> de mecânica            |  |
| Almoxarifado do revestimento       |  |
| Almoxarifado tubulação             |  |

1. Montagem de *kits* de acabamento: optou-se por sua permanência no lugar, pois seus materiais não percorriam caminhos tão distantes quando comparado as outras áreas. Além disso, a planta fabril não possui outro ponto que diminua a distância e comporte o almoxarifado;
2. Itinerários: a área foi colocada ao lado de seu ponto de abastecimento, no lugar de duas das salas da logística e da produção. Essa alteração foi sugerida por não interferir significativamente no funcionamento dos escritórios e reduzir a distância percorrida pelos materiais;
3. *Kits* liberação: a solução encontrada para essa UPE foi sua divisão, sendo que a parte responsável por abastecer a liberação (20) foi enviada para mais próximo do local, enquanto as outras partes permaneceram no mesmo lugar. Assim, esse setor se tornou dois, a parte dos *kits* de materiais elétricos e itens especiais (3) e a de *kits* da liberação (3.1);
4. *Kits* mecânica: para que fosse possível uni-la à parte da “célula de bloqueador de porta”, indicou-se a mudança para um lugar que sustentasse ambas as áreas. Além disso, pensou-se em um setor que não seria prejudicado com a alteração, dessa maneira a troca foi feita com o almoxarifado do revestimento, que permanece próximo de seu ponto de abastecimento;
5. Almoxarifado revestimento: propôs-se a troca do almoxarifado com a parte de “*kits* mecânica”, pois é algo benéfico à segunda área e não prejudica o setor em relação ao pagamento de seus materiais;
6. Almoxarifado tubulação: recomendou-se a mudança deste almoxarifado para o lado de seu ponto de abastecimento, minimizando significativamente a distância percorrida pelo material.

As mudanças do *layout* fabril propostas geram uma queda na soma de todas as distâncias percorridas diariamente em aproximadamente 30,48% (de 45.577,9 metros para 31.684,2 metros). Esse valor é obtido através da multiplicação das distâncias entre as UPE's, ilustrado na Tabela 5 que destaca também os aumentos (em vermelho) e as reduções (em azul), e o fluxo diário entre essas mesmas áreas. O gráfico exposto na Figura 4 compara os espaços percorridos diariamente entre as UPE's atualmente e com o *layout* proposto.

| ID | UPE's                              | Antes |       |       |       |      |      | Depois |       |       |      |       |      |
|----|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|-------|-------|------|-------|------|
|    |                                    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5    | 6    | 1      | 2     | 3     | 4    | 5     | 6    |
| 7  | Almoxarifado 03 - Itens comprados  | 13,1  | 48,4  | 201   | 16,8  | 58   | 36,9 | 13,1   | 100,5 | 176,7 | 58   | 16,8  | 74,8 |
| 8  | Almoxarifado 07 - Itens fabricados | 13,1  | 48,4  | 201   | 16,8  | 58   | 36,9 | 13,1   | 100,5 | 201   | 58   | 16,8  | 74,8 |
| 9  | Almoxarifado 10 - Fibras           | 114,2 | 80,7  | 280,1 | 124,3 | 68,2 | -    | 114,2  | 184,3 | 280,1 | 68,2 | 124,3 | -    |
| 10 | Revestimento                       | -     | -     | -     | 40,7  | 38   | -    | -      | -     | -     | 38   | 40,7  | -    |
| 11 | Pnt. Acabamento 1                  | 62,8  | -     | -     | -     | -    | -    | 62,8   | -     | -     | -    | -     | -    |
| 12 | Pnt. Acabamento 2                  | -     | -     | -     | -     | -    | -    | -      | -     | -     | -    | -     | -    |
| 13 | Pnt. Acabamento 3                  | -     | 108,1 | -     | -     | -    | -    | -      | 3,3   | -     | -    | -     | -    |
| 14 | Pnt. Acabamento 4                  | -     | -     | -     | -     | -    | -    | -      | -     | -     | -    | -     | -    |
| 15 | Pnt. Acabamento 5                  | -     | -     | 88,3  | -     | -    | -    | -      | -     | 88,3  | -    | -     | -    |
| 16 | Pnt. Acabamento 6                  | -     | -     | -     | -     | -    | -    | -      | -     | -     | -    | -     | -    |
| 17 | Célula de anteparos e tubulação    | -     | -     | -     | -     | -    | 84,1 | -      | -     | -     | -    | -     | 11,7 |
| 18 | Célula de bloqueador de porta      | -     | -     | -     | 69,1  | -    | -    | -      | -     | -     | 0    | -     | -    |
| 19 | Revisão elétrica mecânica          | -     | -     | 40,1  | -     | -    | -    | -      | -     | 40,1  | -    | -     | -    |
| 20 | Liberção                           | -     | -     | 160,4 | -     | -    | -    | -      | -     | 71,6  | -    | -     | -    |

Tabela 5 – Distância percorrida entre as UPE's (em metros)

Fonte: Elaborado pelo autor

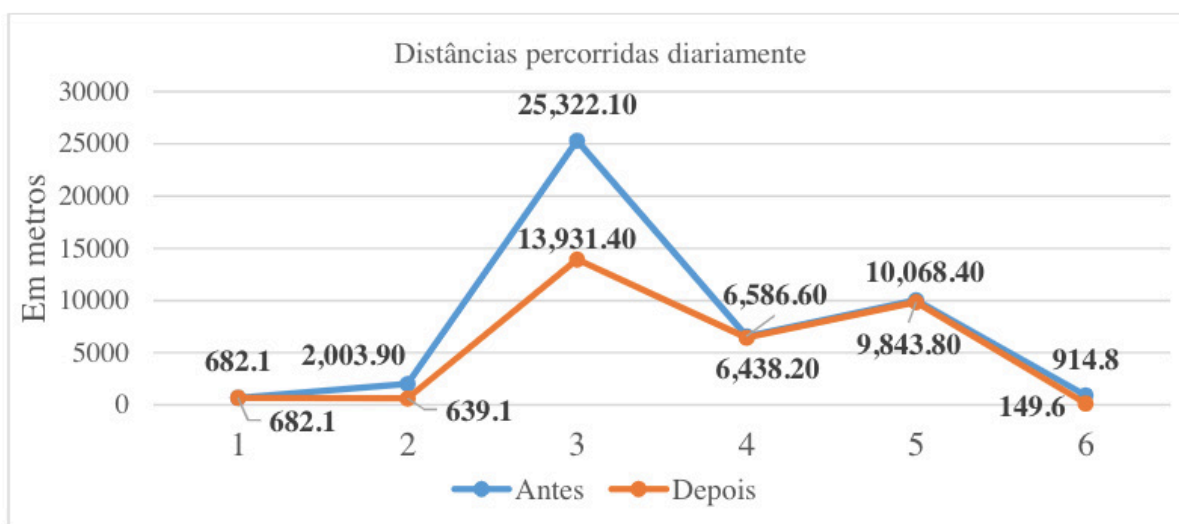


Figura 4 – Comparação entre os espaços percorridos entre as UPE's (em metros)

Fonte: Elaborado pelo autor

Utilizando-se da Equação 3 e mantendo-se os fluxos entre as UPE's inalterados, assim como o valor do custo unitário por distância percorrida, obteve-se uma redução de R\$26.748,00 anuais desse custo total. Esse valor representa uma baixa de 43,28% no montante e demonstra a necessidade da alteração do *layout* do local. A Tabela 6 expõe uma comparação de custos e áreas entre as UPE's com o *layout* atual e proposto.

| UPE's                       | Custo (R\$) - Atual | Custo (R\$) - Sugestão | Varição  | Área (m <sup>2</sup> ) - Atual | Área (m <sup>2</sup> ) - Sugestão | Varição |
|-----------------------------|---------------------|------------------------|----------|--------------------------------|-----------------------------------|---------|
| Montagem kits de acabamento | R\$ 5,58            | R\$ 5,58               | 0,00%    | 121                            | 121                               | 0,00%   |
| Itinerários                 | R\$ 16,26           | R\$ 2,74               | -493,43% | 67,2                           | 65,58                             | -2,41%  |
| Kits liberação              | R\$ 207,51          | R\$ 113,61             | -82,65%  | 99,6                           | 99,6                              | 0,00%   |
| Kits de mecânica            | R\$ 55,49           | R\$ 54,20              | -2,38%   | 76,8                           | 71,1                              | -7,42%  |



|                              |                   |                   |                |              |               |              |
|------------------------------|-------------------|-------------------|----------------|--------------|---------------|--------------|
| Almoxarifado do revestimento | R\$ 80,58         | R\$ 80,81         | 0,28%          | 71,1         | 76,8          | 8,02%        |
| Almoxarifado tubulação       | R\$ 3,55          | R\$ 0,58          | -512,07%       | 23           | 24,56         | 6,78%        |
| <b>Total</b>                 | <b>R\$ 368,97</b> | <b>R\$ 257,52</b> | <b>-43,28%</b> | <b>458,7</b> | <b>458,64</b> | <b>0,01%</b> |

Tabela 6 – Comparativo entre áreas e custo de transporte de materiais diário entre as UPE's

Fonte: Elaborado pelo autor

## 4 | CONCLUSÃO

A presente pesquisa apresentou um projeto de *relayout* nos setores responsáveis pelo abastecimento de materiais para a linha de produção em uma encarroçadora de ônibus. Para isso, foram estudadas três metodologias utilizadas para reestruturação de arranjos físicos e optou-se, dentre estas, pela utilização do método *FacPlan*, buscando a diminuição dos custos provenientes das distâncias percorridas pelos materiais diariamente.

As distâncias atuais são maiores que as propostas, principalmente ao se falar em relação aos almoxarifados do abastecimento da linha de produção e o local em que este fornece os materiais. Com a diminuição desses espaços percorridos diariamente foi possível uma redução anual de 43,28% (R\$26.748,00) dos gastos com transportes desses setores, além de uma possível melhor integração entre o ponto cliente e os citados almoxarifados, uma vez que a comunicação entre ambas as partes tende a melhorar com a diminuição do afastamento entre as áreas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mário Jorge Sousa. **Melhoria do processo produtivo na indústria do mobiliário. 2011.** Tese de Doutorado. Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

ANFAVEA, **Anuário Estatístico da Indústria Automobilística brasileira.** São Paulo, 2018.

BARNES, R. M. **Estudo de tempos e movimentos: projeto e medida de trabalho.** São Paulo: Edgard Blucher, 1977.

BORTOLI, H. W. **Aplicação da cronoanálise para melhoria do processo de suprimento da linha de montagem de uma empresa de grande porte do ramo agrícola.** FAHOR, Horizontina, novembro, 2013.

CALLADO, A. A. C.; MENDES, E.; CALLADO, A. L. C. **Um estudo empírico da significância das relações entre a elaboração de metas estratégicas e o uso de indicadores de desempenho.** Revista Iberoamericana de Contabilidade de Gestión, v. 11, n. 21, p. 1-15, 2013.

COUTO, Cristiano Guimarães. **Proposição de método para a elaboração do leiaute em empresas direcionadas para a inovação em produtos.** 2010.

DO NASCIMENTO, S.; BORTOLUZZI, S. C.; DUTRA, A.; ENSSLIN, S. R. **Mapeamento dos indicadores de desempenho organizacional em pesquisas da área de Administração, Ciências**

**Contábeis e Turismo no período de 2000 a 2008.** Revista de Administração, v. 46, n. 4, p. 373-391, 2011.

FREITAS, W. P. **Um estudo sobre o fluxo de processo e layout industrial para proposição de melhorias em uma empresa de manufatura.** 2016.

GRAY, David E. **Pesquisa no mundo real.** Penso Editora, 2012.

GUILLET, V. M. M. **Projeto de leiaute: um estudo de caso em uma empresa metal-mecânica.** 2014.

MARTINS, V. W. B.; DE FREITAS, F. F. T. **Planejamento Sistemático de Layout (PSL): análise do layout de uma empresa produtora de pneus recapados.** Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v. 6, n. 11, p. 311-327, 2014.

MARTINS, R.; MELLO, C.; TURRIONI, J. **Guia para elaboração de monografia e TCC em Engenharia de Produção.** São Paulo: Atlas, 2014.

MUTHER, R. **Systematic Layout Planning/by Richard Muther.** 1973.

NEUMANN, C.; SCALICE, R. **Projeto de fábrica e layout.** Elsevier Brasil, 2015.

OLIVEIRA, C. L. P. A. de. **Análise e controle da produção em empresa têxtil, através da cronoanálise.** 2009.

PACHE, R. de A. **Re-Layout aplicado em uma microempresa de confecção.** 2016.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção.** Operações industriais e de serviços. Unicenp, 2004.

REIS, C. D. S. dos; MUNIZ, L. R; SANTOS, T. H. K. **Utilização da cronoanálise para adequação do arranjo produtivo: um estudo de caso.** Paraná: CONBREPPO, 2017.

SAKAI, G. K. **Estudo de tempos e métodos em uma linha de montagem de bicicletas ergométricas.** 2014.

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; LAITANO, J. C. A. **Planejamento sistemático de layout: adaptação e aplicação em operações de serviços.** Revista Gestão Industrial, v. 8, n. 1, 2012.

SANTOS, L. C; GOHR, C. F.; URIO, L. C. S. **Planejamento sistemático de layout em pequenas empresas: uma aplicação em uma fábrica de baterias automotivas.** Revista ESPACIOSI Vol. 35 (Nº 7) Año 2014, 2014.

SILVA, A. L. da. **Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de layout industrial, em ambientes de alta variedade de peças, orientado para a Produção Enxuta.** 2009. 244p. 2009. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado–Pós-graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Processos e Gestão de Operações) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

SLACK, N, CHAMBERS, S, JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

TORTORELLA, G. L.; FOGLIATTO, F. S. **Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério.** Production, v. 18, n. 3, p. 609-624, 2008.

## APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO TÊXTIL DO SERTÃO BAIANO

### **Nathaly Silva de Santana**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
(UFRN)  
Natal- RN

### **Rafael de Azevedo Palhares**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
(UFRN)  
Natal- RN

### **Arthur Arcelino de Brito**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
(UFRN)  
Natal- RN

### **Alessandro Jackson Teixeira de Lima**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
(UFRN)  
Natal- RN

### **Mariana Simião Brasil de Oliveira**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
(UFRN)  
Natal- RN

### **João Marcos Ferreira de Souza**

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)  
Delmiro Gouveia- AL

### **Jonhatan Magno Norte da Silva**

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)  
Delmiro Gouveia- AL

### **Victor Hugo Arcelino de Brito**

Universidade Federal de Campina Grande- UFCG  
Campina Grande- PB

### **Diego de Melo Cavalcanti**

Uninassau

Campina Grande- PB

### **Ozeas Ferreira da Silva**

Universidade Federal de Alagoas- UFAL  
Delmiro Gouveia- AL

### **Geyne Lohana Gonçalves Bezerra**

Universidade Federal de Alagoas- UFAL  
Delmiro Gouveia- AL

### **Diego da Silva Lima**

Universidade Federal de Alagoas – UFAL  
Delmiro Gouveia- AL

### **Jaine da Cruz Silva**

Universidade Federal de Alagoas – UFAL  
Delmiro Gouveia- AL

### **Débora Justino dos Santos**

Universidade Federal de Alagoas – UFAL  
Delmiro Gouveia- AL

**RESUMO:** A exigência por produtos e serviços de qualidade vem crescendo a cada dia, e as empresas devem se adequar para conquistar os clientes e melhorar seu desempenho no que diz respeito à qualidade e à produtividade. Na busca por maior qualidade na produção de produtos e serviços, o controle estatístico do processo (CEP) apresenta benefícios na sua utilização, possibilitando avaliação eficiente e monitoramento do processo. O presente artigo apresenta uma análise da condição do atual estado do processo confecção de roupas

femininas que segue a filosofia slow fashion, através da utilização dos conceitos e ferramentas do controle estatístico do processo, especificamente os gráficos de controle. A partir da confecção dos gráficos de controle do tipo p foi possível identificar que o processo produtivo se encontra fora de controle estatístico. Logo, a empresa parece não ter implementado a filosofia slow fashion de modo satisfatório, pois os gráficos de controle apontam para um processo instável, e que, desse modo, a qualidade não pode ser garantida ou assegurada em todas as etapas da produção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle Estatístico de Processo (CEP), Gráfico de Controle, Confecção Têxtil

**ABSTRACT:** The demand for quality products and services is growing every day, and companies must be able to reach out to win customers and improve their performance with respect to quality and productivity. In the quest for greater quality in the production of products and services, the statistical process control (CEP) presents benefits in its use, allowing efficient evaluation and monitoring of the process. The present article presents an analysis of the condition of the current state of the process of making women's clothing that follows the philosophy of fashion, using the concepts and tools of statistical process control, specifically control charts. From the preparation of the p-type control graphs, it was possible to identify that the productive process is out of statistical control. Therefore, the company does not seem to have implemented the Slow Fashion philosophy in a satisfactory way, since the control charts point to an unstable process, and that, therefore, quality can not be guaranteed or assured at all stages of production.

**KEYWORDS:** Statistical Process Control, Control Chart, Textile Confection.

## 1 | INTRODUÇÃO

O mercado competitivo proporciona às empresas um ambiente desafiador de sobrevivência, onde o escopo de melhorias que identificam a presença da qualidade no desempenho estratégico, tático e operacional tende a garantir aos clientes o produto no nível padrão desejado (DOS SANTOS et al., 2017).

A busca por qualidade deve ser contínua, dado que a excelência dos produtos ou serviços é uma meta estimulante, além de ser um fator competitivo organizacional. Além disso, as necessidades das pessoas mudam constantemente, daí a importância de melhoria contínua para se garantir em um mercado tão competitivo.

A qualidade idealizada pelas organizações passa pela determinação do melhor método de trabalho e padronização das atividades, passos estes necessários para evitar que as atividades sejam feitas de forma aleatória pelos operadores, e assim se possa atingir a qualidade desejada do produto ou serviço.

De acordo com a definição de Taguchi (1986), cada produto possui parâmetros e atinge um nível de qualidade quando atende todas às especificações, com uma menor variabilidade das características do produto final em relação ao seu objetivo

inicial. Essa lógica foi trabalhada por diversos estudiosos que entenderam que menor variabilidade era necessária para boa qualidade.

No passado as indústrias focavam apenas no produto acabado e a qualidade era mantida apenas na inspeção final. Atualmente com o mercado mais exigente, além da inspeção final acontecem também os controles alternativos (SLACK et al., 2009).

Segundo Montgomery (2016) a estatística é um conjunto de técnicas úteis para a tomada de decisão sobre um processo ou população, baseada na análise de informação contida em uma amostra de população. Desse modo passou-se a entender que a estatística era uma aliada dos gestores dentro dos processos decisórios.

Portanto, o Controle Estatístico de Processo (CEP) é uma ferramenta de análise utilizada quando se pretende alcançar o controle da qualidade dos processos. O controle de qualidade em processos permite identificar um problema, melhorar seu desempenho e, conseqüentemente, reduzir desperdícios e custos, garantindo maior lucro e produtividade.

Desta forma, os gráficos de controle, introduzidos em 1924 por Walter A. Shewhart, têm como objetivo controlar a variabilidade dos processos, possibilitando ajudar aqueles que buscam melhorar seus meios de produção. Estes gráficos são extremamente úteis para verificar se as variações observadas em um processo são decorrentes de causas comuns ou de causas especiais (WOODALL & MONTGOMERY, 2014).

Um dos ramos econômicos que apresentam clientes mais exigentes e uma grande concorrência é a indústria de confecção. Desse modo, o uso do CEP nos seus processos se torna uma variável de competitividade relevante, principalmente para aquelas organizações que trabalham com produtos de alto valor agregado.

Segundo dados da ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil), em 2017, o setor têxtil e confecção representam o segundo maior empregador da indústria de transformação, perdendo apenas para alimentos e bebidas somados, no ano de 2017, o Faturamento da Cadeia Têxtil e de Confecção foi de US\$ 45 bilhões, contra US\$ 39,3 bilhões em 2016. Com isso, demonstra que o setor têxtil e confecção são de grande representatividade na economia nacional e que vive um momento de ascensão.

O presente trabalho está relacionado ao segmento de confecção de roupas moda boutique feminino. Portanto, visa determinar por meio de um estudo de caso a condição dos processos de produção das peças, a fim de identificar as variabilidades nos mesmos, para auxiliar a tomada de decisões, sinalizar informações sobre possíveis pontos de descontrole, facilitando a identificação dos agentes causadores de variabilidade, gerando uma melhor qualidade e redução de desperdícios.

## **2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Nas subseções seguintes, uma breve revisão da literatura sobre controle estatístico de processos, gráficos de controle e a filosofia de produção slow fashion.

## 2.1 Controle estatístico de processos sob à ótica da qualidade

De acordo com Oliveira (2009), o monitoramento permanente dos processos se faz necessário, essencialmente, para a identificação da presença de causas especiais, que levam desordem no processo, servindo para auxiliar a tomada de decisão.

O CEP caracteriza-se como uma metodologia que atua de forma preventiva sobre o processo produtivo, utilizando ferramentas e análises estatísticas para estudar o comportamento do processo fabril e a variáveis inerentes ao sistema, permitindo a organização atuar estrategicamente de modo que mantenha o sistema produtivo dentro das condições normais, ou seja, controlada (SAMOHYL, 2009).

Oliveira (2010) afirma que as perturbações menores, provocadas por variações naturais do processo, comumente provenientes de causas comuns ou aleatórias, representam pequenos desvios que não comprometem ou são desprezíveis para o resultado.

Enquanto que as causas especiais são fatores que geram variações que afetam o comportamento do processo de maneira imprevisível, não sendo possível de obter um padrão (RAMOS, 2000).

O controle estatístico do processo é uma coleção de ferramentas de resolução de problemas útil na obtenção da estabilidade do processo e na melhoria da capacidade através da redução da variabilidade. Suas sete principais ferramentas são a apresentação em histograma, a folha de verificação, o gráfico de Pareto, o diagrama de causa e efeito, o diagrama de concentração de defeito, o diagrama de dispersão e o gráfico de controle (MONTGOMERY, 2016).

De forma geral, para um produto atender às exigências dos seus consumidores, necessariamente o processo deve estar em condições controladas, ou seja, livre de grandes variações, de modo que seja alcançado um padrão e respeito aos limites de especificações.

## 2.2 Gráficos de Controle ou Cartas de Controle

O CEP não é somente fazer checagens de uma simples amostra, mas monitorar os resultados ao longo de um período de tempo. E para isto, utiliza as cartas de controle como forma de dimensionar e analisar o desempenho do processo.

Os gráficos de controle são elementos visuais para o monitoramento da conformidade de características dos produtos e processos. Através de gráficos de controle corretamente utilizados é possível identificar rapidamente alterações atípicas em pontos estratégicos na linha de produção (SAMOHYL, 2009).

Monitorar o processo utilizando gráfico de controle, no interior do próprio processo e atento às alterações ocorrentes nas variáveis mais relevantes, é a forma mais eficiente para buscar a melhoria contínua. Além do mais, auxilia na tomada de decisões da empresa, por fornecer informações importantes sobre o processo produtivo ao gestor da organização.



O monitoramento com gráficos de controle melhora a qualidade da produção com custos reduzidos, sendo o oposto da simples inspeção peça por peça que não garante a qualidade do produto final para o cliente e tem alto custo e maior retrabalho.

Os gráficos de controle possuem três linhas horizontais que representam limites previamente medidos ou calculados através de amostragem de uma variável aleatória. O Limite Central (LC), ou limite médio, representa o valor médio da variável e que corresponde também ao estado de controle. As duas outras linhas, posicionadas às extremidades do Limite Central (LC), são: Limite Superior de Controle (LSC) e Limite Inferior de Controle (LIC), que por sua vez representam os limites de controle entre as quais os pontos amostrais deverão estar enquanto o processo é considerado sob controle.

Existem diversos tipos de carta de controle, basicamente, divididos em duas categorias: Carta de controle para dados contínuos e carta de controle para dados discretos.

Portanto, inicialmente é relevante estabelecer se é analisado uma variável ou atributo, e posteriormente selecionar corretamente a carta de controle com base nesses dados.

Segundo Machado (2010), a carta de controle de um processo sob controle estatístico apresenta as seguintes características:

- a) A maioria dos pontos flutua próximo da linha central;
- b) Poucos pontos próximos dos limites de controle;
- c) Distribuição balanceada dos pontos acima e abaixo do valor central;
- d) Não há sequência de 8 ou mais pontos consecutivos em um dos lados da linha média;
- e) Não há sequência de seis ou mais pontos consecutivos crescentes ou decrescentes;
- f) Nenhum ponto fora dos limites de controle.

Portanto, para tornar o processo estatisticamente controlado é necessário eliminar as causas especiais de variação e assim o desempenho do processo passa a ser previsível, sua distribuição é aleatória e simétrica em torno da média. Em vista disso é provável que o desempenho do processo indique estar dentro dos limites de controle.

### **2.3 A filosofia de produção slow fashion**

Segundo Grose (2013), destaca que embora a introdução da moda rápida no mercado de massa seja atribuída à empresa Zara, na verdade surgiu na década de 1980, com a introdução de técnicas de fabricação de resposta rápida, modelo desenvolvido nos Estados Unidos a partir da necessidade de fabricantes e varejistas em reagir rapidamente diante da perda de mercado para os fornecedores do extremo oriente.

Portanto, a moda rápida refere-se a uma estratégia de negócios focada na redução

do tempo de espera e permite que pedidos sejam incluídos próximos a começo da época de vendas, em especial para produtos de moda, reduzindo o tempo de espera (GROSE, 2013).

Esse modelo deu origem ao sistema que atualmente é conhecido como fast fashion, expressão que define a oferta competitiva de produtos no mercado de moda, de acordo com as tendências em um curto espaço de tempo.

Em um momento em que muito se discute sobre o futuro do planeta, o fast fashion divide espaço com novas alternativas para o desenvolvimento sustentável de uma produção, conciliando o crescimento econômico com a preservação do meio ambiente e a melhoria das condições sociais. Como alternativa a esta filosofia surgiu o slow fashion visando buscar um futuro melhor e mais limpo.

A filosofia slow fashion foi inspirada no slow food, que é a oposição ao fast food, e que surgiu em 1986, com uma proposta de devolver tanto ao consumidor quanto ao fabricante a responsabilidade ambiental que a sociedade moderna tende a esquecer ou encobrir (FLETCHER & GROSE, 2011).

O sistema slow fashion é uma corrente de pensamento totalmente oposta a filosofia fast fashion, tais como (FABRI e RODRIGUES, 2015):

- a) Diversidade e oposição à produção em massa;
- b) Global-local em oposição à globalização;
- c) Autoconsciência em oposição à imagem;
- d) Confeção e manutenção para um ciclo de vida longo ao invés da novidade constante;
- e) Preço real incorporando custos sociais e ecológicos em oposição ao custo baseado em mão de obra e recursos materiais;
- f) Produção em pequena e média escala em oposição à grande escala;
- g) Sustentável em oposição ao insustentável.

Nos primeiros meses de 2015, o mercado da moda foi surpreendido com a divulgação do “Manifesto Anti-Fashion” lançado pela pesquisadora de tendência Li Edelkoor. Em seu manifesto discute que o sistema da moda se encontra obsoleto, criticando que no cenário atual impera a falta de perspectiva crítica, orientação para o lucro, a criação baseada na reciclagem de estilos passados.

Desta forma, o manifesto defende questões como o trabalho colaborativo, a valorização dos trabalhos manuais, a busca de conhecimentos sobre tecidos e criação têxtil, o prolongamento da vida útil das peças de vestuário. O manifesto ainda anuncia o retorno da alta costura e utiliza os ateliers como laboratórios de experimentação.

Por tanto, a filosofia slow fashion indica produções em pequenas escalas, a utilização de técnicas tradicionais de confecção e de materiais disponíveis na região e mercados locais.

### 3 | METODOLOGIA

#### 3.1 Caracterização da empresa escolhida

A empresa objeto de estudo mostrou-se atrativa por ser relativamente jovem, atuando no mercado desde 2012 e por ser uma empresa que exige que seu produto tenha alto padrão de qualidade para atender as necessidades dos seus consumidores.

A empresa possui demanda de lotes para serem inspecionados, semanalmente. No entanto, a empresa não possui um sistema de registros que tenha como finalidade coletar, armazenar, analisar os resultados e servindo de apoio à tomada de decisões.

Diante deste cenário, um estudo sobre qualidade será enriquecedor tanto para a organização, que poderá elaborar uma estratégia de qualidade eficiente e eficaz para alcançar que o processo fique sob controle estatístico e desse modo elimine custos com retrabalho e má qualidade, como para o pesquisador que ingressará no mercado de trabalho. O processo produtivo na empresa constitui das etapas presentes no fluxograma apresentado na figura 1:

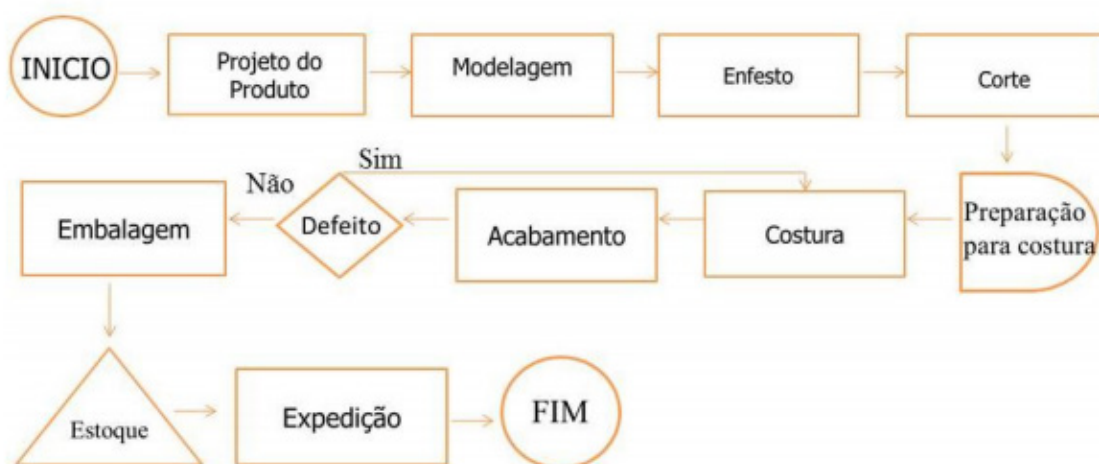


Figura 1 – Processo produtivo de confecção de roupas

A empresa estudada realiza o controle da qualidade no final do processo, no setor de acabamento. Portanto, a fim de atender o objetivo proposto, o estudo foi focado nesta etapa do processo de manufatura.

Desse modo, houve a preferência por estudar atributos, ou seja, são analisadas por meio de inspeção visual a ocorrência de características qualitativas do produto fora do padrão. O produto é submetido a uma inspeção visual rigorosa por busca de defeitos como sujeira, deformações, filamentos rompidos, entre outros.

#### 3.2 Coleta de dados

Foram realizadas coletas de dados semanais na empresa estudada durante o período de oito semanas, de modo que foram inspecionados 33 lotes. Os dados

coletados por meio da ficha de inspeção foram inseridos em tabela no Excel previamente programada para realizar os cálculos da fração de itens defeituosos e do limite inferior e superior do processo e posteriormente foi utilizado o software R para confeccionar os gráficos de controle.

A carta de controle que se enquadra nesse estudo é do tipo p, ou seja, um gráfico de controle baseado na fração de peças defeituosas, indicado quando a variável utilizada para construir a carta é uma característica de má qualidade, especificamente representada pela proporção de itens defeituosos presentes no processo analisado.

Portanto, inicialmente realizou-se o cálculo da fração de itens defeituosos (D) que é encontrada a partir da razão entre o número de Itens defeituoso no lote (d) e Itens fabricados por lote (n).

$$D = d/n$$

equação 1

Na etapa seguinte, verificou-se o atendimento das premissas básicas para construção desse tipo de gráfico, apresentadas nas equações 2 e 3, que representa o produto da média de itens que formam o lote (n) pela fração média de itens defeituosos por lote ( $\bar{p}$ ):

$$n * \bar{p} > 5$$

equação 2

$$n * (1 - \bar{p}) > 5$$

equação 3

$$n = \frac{\sum_{i=1}^{33} n_i}{k}$$

equação 4

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{33} np_i}{\sum_{i=1}^{33} n_i}$$

equação 5

Logo, para verificar se as premissas do gráfico tipo p são atendidas:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^{33} n_i}{k} = \frac{72 + 144 + \dots + 168}{33} = \frac{4069}{33} = 123,303 = 123$$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{33} n \cdot p_i}{\sum_{i=1}^{33} n_i} = \frac{0,263889 + 0 + \dots + 0,017857}{72 + 144 + \dots + 168} = \frac{187}{4069} = 0,045957$$

Diante do cumprimento dos critérios acima para usabilidade é possível construir o gráfico de controle do tipo p. Posteriormente, com o auxílio do software R realizar a confecção do gráfico.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O gráfico de controle apresenta o limite inferior, limite superior e linha central calculado a partir dos dados referentes aos 33 lotes analisados. Observa-se que, para o primeiro, o sexto e o vigésimo segundo lote apresentam-se fora dos valores calculados para o limite superior de controle (LSC), indicando que o processo se encontra fora de controle estatístico. A figura 2 apresenta a carta de controle do tipo p do processo:

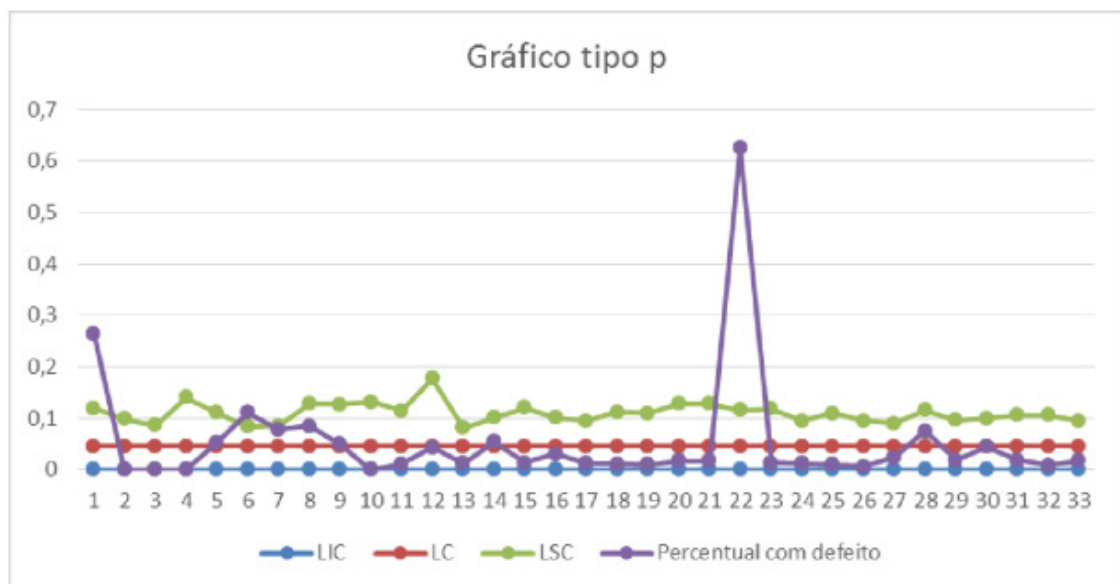


Figura 2- Gráfico de controle do processo de confecção têxtil

Além de identificar na carta de controle que existem pontos fora dos limites de controle é perceptível que ocorre um decréscimo de cinco pontos (ponto 6 ao ponto 10), além de haver um decréscimo de três pontos entre os pontos dezessete e dezenove, de modo que o ponto dezenove está sobre a linha do limite inferior. Da mesma forma que acontece com decréscimo entre os pontos vinte e três até o vinte e

seis, desta forma o ponto vinte e seis fica sobre a linha inferior do gráfico.

Portanto, é possível afirmar que, a partir da análise da carta de controle, o processo se encontra instável e fora do controle, de forma que é possível identificar na carta de controle a ocorrência de sete pontos sucessivos de um mesmo lado da linha central, apresentando que o processo é imprevisível e fica explícito a existência de causas especiais interferindo no processo e afastando-se da linha central e tornando-o não controlado.

## 5 | CONCLUSÕES

O cenário atual é competitivo e exige que as organizações tenham respostas rápidas e eficazes das empresas a fim de identificar as necessidades dos clientes e traduzir para processos da organização de modo que o produto final tenha qualidade.

O objetivo proposto do trabalho foi atendido a partir da construção das cartas de controle que possibilitou visualizar a condição do processo produtivo e detectar que o mesmo se encontra fora de controle.

A partir da identificação das causas é possível atacar as não conformidades. Logo, é interessante que sejam promovidos com maior frequência cursos de capacitação para as costureiras para que as mesmas tenham domínio da técnica. E que a empresa se programe e estabeleça meta de modo que não sobrecarregue os clusters.

Portanto, por ser uma empresa que tem como filosofia o slow fashion que tem o objetivo de diminuir o consumo desenfreado e deve prezar por produzir produtos de excelente qualidade. Logo, se torna contraditório o processo de uma empresa com tal filosofia esteja fora do controle estatístico de qualidade.

É possível concluir que é extremamente útil buscar melhorias no processo com foco nas necessidades dos clientes, produtos com qualidades e processo sem desperdícios e com qualidade inserida em todas as operações. Logo, é necessário que as inspeções de qualidade sejam realizadas para que seja possível quantificar se houve melhoria no processo e identificar a nova condição do processo. Além de oportunizar quais as causas especiais inerentes ao processo. A busca pela qualidade deve ser contínua.

Por fim, as operações devem ser repensadas e idealizadas diferentemente do que se é encontrado atualmente na empresa, de modo que os defeitos não se repitam por uma segunda vez, dado que, a promessa, pelos menos, compreendida para quem compra um produto manufaturado pela filosofia slow fashion, é que sua qualidade está em todos os processos e etapas de produção, algo que não foi observado na empresa estudo de caso.

## REFERÊNCIAS

ABIT. **Perfil do Setor**. Disponível. Disponível em: < <http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor> >.



Acesso em: 25 set. 2018

DOS SANTOS, R. R.; DE MELO, F. J. C.; CLAUDINO, C. N. Q.; DE MEDEIROS, D. D. **Model for formulating competitive strategy: the supplementary health sector case.** Benchmarking: An International Journal, Vol. 24 No. 1, pp. 219-243, 2017.

FABRI, H. P.; RODRIGUES, L. V. **Slow fashion: perspectivas para um futuro sustentável.** In: Colóquio de Moda, 11., 2015, Curitiba. Anais Colóquio de Moda. 2015. Disponível em: . Acesso em: 05 agosto 2018.

GROSE, V. **Merchandising de moda.** São Paulo: Gustavo Gilli, 2013.

MACHADO, J. F. **Gestão de qualidade para melhoria contínua.** São Paulo:Saraiva, 2010.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

OLIVEIRA, F. L. C. **Controle estatístico de qualidade - fundamentos teóricos e aplicações dos gráficos de controle.** Departamento de Estatística, ICE, UFJF, Brasil, 2009.

RAMOS, A. W. **CEP para processos contínuos e em bateladas.** Ed. Edgard Blucher Ltda: São Paulo, 2000. SAMOHYL, R. W. Controle estatístico da qualidade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 3a ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TAGUCHI, G. **Introduction to Quality Engineering: Designing Quality into Products and Process.** Tokyo, Japan: Asian Productivity Organization, 1986.

WOODALL, W. H., & MONTGOMERY, D. C. **Some current directions in the theory and application of statistical process monitoring.** Journal of Quality Technology, p. 78-94, 2014.

## APLICAÇÃO DO MAPA DE PROCESSO EM UMA AGROINDÚSTRIA DO SUDOESTE GOIANO PARA MELHORIA DO PROCESSO DE SALSICHAS

### **Darlan Marques da Silva**

Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia de Produção  
Rio Verde – Goiás

### **Lalesca Silva Santos**

Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia de Produção  
Rio Verde – Goiás

### **Ana Maiara Rodrigues Pereira**

Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia de Produção  
Rio Verde – Goiás

### **Ana Luiza Soares Nascimento**

Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia de Produção  
Rio Verde – Goiás

### **Gabriel Ribeiro dos Santos**

Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia de Produção  
Rio Verde – Goiás

**RESUMO:** As empresas vêm buscando ferramentas para melhoria dos processos, com foco em qualidade e menor custo de produção para melhor satisfação dos clientes, assim também obterem maior competitividade com a concorrência garantindo então a sobrevivência das organizações. O mapeamento de processos é uma ferramenta da qualidade que com sua aplicação traz benefícios como redução de

desperdícios aumento na qualidade percebida do cliente e maior facilidade de identificar e tratar as anomalias existentes na produção, nesse sentido fomentou-se iniciar o estudo da sua implantação na fábrica de produção de salsichas domésticas, onde obteve-se resultados positivos, alimentando discussões da sua implantação em outros setores da empresa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mapeamento de Processos. Qualidade. Melhoria Contínua.

**ABSTRACT:** Companies are looking for tools to improve processes, focusing on quality and lower cost of production for better customer satisfaction, thus also gaining greater competitiveness with the competition, thus guaranteeing the survival of organizations. Process mapping is a tool of quality that with its application brings benefits such as reduction of waste increase in the perceived quality of the customer and greater ease of identifying and treating the existing anomalies in production, in this sense it was encouraged to start the study of its implantation in the a factory producing domestic sausages, where positive results were obtained, fueling discussions of its implementation in other sectors of the company.

**KEYWORDS:** Process Mapping. Quality. Continuous Improvement.

## 1 | INTRODUÇÃO

A competitividade do mercado vem aumentando ao longo dos anos, onde as empresas têm que, cada vez mais aplicar uma gestão de melhoria contínua e redução dos custos de fabricação a fim de eliminar reprocessamentos e retrabalhos, estes que não agregam nenhum valor ao produto final buscando sempre a qualidade percebida em seus produtos (MELLO et al., 2016).

O mercado de produtos industrializados está cada dia mais acirrado, sendo a qualidade dos produtos e os gastos com a sua fabricação, fatores decisivos para garantir-se no mercado.

Deve-se destacar que qualidade não é um conceito atual e vem se desenvolvendo ao longo dos anos, segundo Arruda (2016), está dividida em quatro períodos de evolução, onde a primeiro é o de evolução com diligência na verificação, o segundo é controle estatístico do processo tendo como interesse controlar as variáveis estatisticamente, seguidas da era direcionada para coordenação e por último tem-se a gestão da qualidade total com interesse no impacto estratégico que busca atenuações de falhas.

Os métodos para alcançar uma melhor qualidade e produtividade no processo, podem por muitas vezes serem de simples aplicação (FAN et al., 2018). A utilização de ferramentas de gestão como o mapa de processo ajuda na eliminação de desperdícios diversos como produtos/serviços, garantindo a qualidade desejada do cliente, além de reduzir os custos fabris para a indústria (GONÇALVES; LUZ, 2016).

Mediante tal aspecto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência da aplicação do mapa de processo em uma linha de produção de salsichas de uma agroindústria do sudoeste goiano, a fim de garantir a aderência de qualidade no mercado nacional.

Visto isso, este trabalho foi subdividido em cinco seções. A segunda seção retrata os aspectos relacionados com a qualidade, tendo um enfoque nos mapas de processo, a terceira seção destaca-se a metodologia aplicada, a quarta subdivisão aborda os resultados e discussão deste estudo e pôr fim a quinta parte traz a conclusão do trabalho realizado.

## 2 | DEFINIÇÕES DE QUALIDADE

Qualidade é um termo usado rotineiramente e de difícil consenso entre o seu real significado, levando em consideração o ponto de vista do consumidor no momento da escolha, qualidade é um fator decisório para produtos e serviços do mesmo segmento, por isso, melhorar a qualidade e compreender a percepção do cliente é a chave que leva ao sucesso do negócio e melhor posição no mercado. O emprego bem-sucedido dos parâmetros de qualidade exigido pelo mercado produz o retorno importante sobre o investimento (MONTGOMERY, 2004)

Qualidade em primeiro lugar pode ser definida como a conexão entre o produto/serviço com o mercado, sendo assim uma relação de consumo. Para Montgomery (2004), “qualidade significa adequação para uso”. Essa interpretação é questionável por alguns autores. Carvalho et al. (2012) tem-se como qualidade de produto a propriedade de vários atributos que determinam o nível de satisfação do cliente. Sendo avaliados por características que estão intrínsecas ou relacionadas ao produto, como por exemplo o atendimento pós-vendas ou até mesmo a embalagem do produto (FAN et al., 2018; SALA-GARRIDO et al., 2019).

Tradicionalmente qualidade pode ser definida na visão de que os produtos e serviços apresentam as características exigidas pelos clientes (MONTGOMERY, 2004).

A qualidade teve início na indústria devido aos processos produtivos estruturados e organizados em cadeia, criando assim condições para implantar técnicas de melhoria continua sendo mais fácil identificar problemas e suas causas, tendo ainda resultados mais visíveis (MIRAGLIOTTA et al., 2019).

Anteriormente a qualidade ser implantada no processo produtivo, ela era centrada exclusivamente no produto sendo assim pouco eficaz, pois esse método não altera a qualidade final do produto (CARVALHO; AVELLAR, 2017). Já a qualidade focada no processo pode ser definida como no atendimento dos requisitos impostos pelo cliente (BENAVIDES-CHICÓN; ORTEGA, 2014).

Atualmente a qualidade assumiu o que o guru da qualidade David Garvin pregou há 20 anos, a concepção transcendental, sendo assim, qualidade vai além do processo na fábrica ou do produto entregue na mesa do consumidor. O fato de o mercado cada vez mais exigente e os consumidores com maiores expectativas são dados ao aumento da concorrência em todos os segmentos (CARVALHO et al., 2012).

Qualidade depende do discernimento de todos no decorrer da cadeia para que aconteça a prevenção e a melhoria continua com foco no consumidor final. Sendo importantíssimo o envolvimento de todos para identificação das causas e aplicação de ações que previnam anomalias e não somente ações corretivas, influenciando o resultado do produto final (BATALHA et al., 2000).

Nas empresas nota-se a busca pela redução dos custos juntamente com aperfeiçoamento das atividades. Sendo o primeiro caso com ações concentradas em desvios de produção, sempre atrás de possíveis erros ou falhas até o momento em que haja qualquer mudança para reduzir custos e afete diretamente o processo, estando limitados a alguns itens do processo que podem ser considerados desperdícios (ALBENIZ, 2018). Já o aperfeiçoamento do processo é inserido como melhorias contínuas para o trabalho com foco em garantir resultados seguros a médio e longo prazo, este por sua vez busca potencializar os itens da produção buscando a melhor forma de utilizar os recursos disponíveis (WANG; MAO, 2019).

Sabe-se que a qualidade é uma premissa que auxilia as empresas na redução de custos, isto é dado graças as melhorias que ocorrem no processo.

## 2.1 Definições, identificação, composição e melhorias de processo

Processo é a utilização de entradas onde se agrega valor às mesmas, gerando uma saída com resultados concretos (XIE et al., 2019). Zhan et al. (2019) dizem que para transformar entradas em saídas deve ter uma sequência de atividades realizadas por pessoas, ferramentas e métodos.

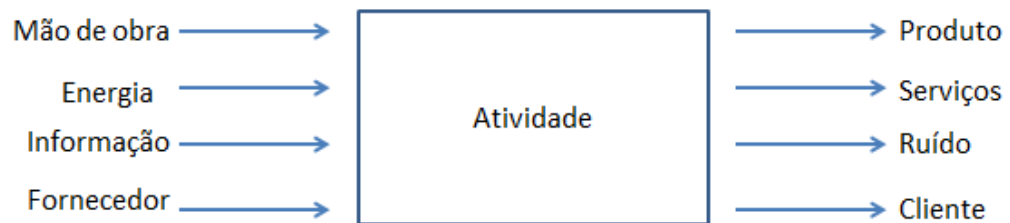


Figura 1 – Modelo de um processo

Fonte: Carvalho et al. (2012).

Para Zhan et al. (2019), um processo é composto de entradas, tempo, espaço, objetos, valores e saídas que fornece uma estrutura para entregar produtos e serviços as necessidades dos clientes conforme a Figura 1. Segundo Carvalho et al. (2012), processo é também “um conjunto de causa que geram um ou mais efeitos”. “Qualquer atividade, ou conjunto de atividades, que usa recursos para transformar insumos (entradas) em produtos (saídas) pode ser considerado como um processo” (ABNT - ISO 9000:2000).

De acordo com Zhong et al. (2018), existem quatro pontos a serem focados em relação à melhoria de processos: acabar com trabalhos desnecessários que não agregam valor, organizar operações, modificar a ordem das operações, descomplexificar a ordem das operações.

Segundo Vilarinho et al. (2018), para realizar melhorias expressivas no processo produtivo é necessário abstrair o processo da operação analisando-os distintamente, apesar que os dois estão relacionados diretamente é um erro colocá-los na mesma linha de análise, pois reforça a ideia de que melhorando os fluxos operacionais melhora-se a eficiência dos processos aos quais elas pertencem.

Realizando um primeiro mapeamento e analisando o processo só assim é possível propor melhorias. Para obter um bom funcionamento das organizações, elas devem identificar os processos que se relacionam e que são interativos, deve-se assim realizar um bom gerenciamento, pois na maioria das vezes a saída do processo anterior é a entrada do processo seguinte (ABNT - ISO 9000:2000).

Zhong et al. (2018) ressalta que todo trabalho com uma sequência de atividades que têm início, meio e fim e possui resultados facilmente calhados faz parte de algum tipo de processo nas organizações. Sendo assim, o mapeamento é o primeiro passo

organizar as atividades e analisar todas as etapas de forma mais clara e específica.

### 2.1.1 Mapeamento de processo

O Mapeamento permite assim avaliar todo o processo em etapas, ficando mais fácil de visualizar fontes de desperdícios e de melhorias, ou de possíveis falhas, sendo assim simplificando a forma de discutir as anomalias do processo (PINHO et al., 2007). O Mapeamento é de extrema relevância, pois permite conhecer a fundo todas as operações que acontecem na fabricação de um produto/serviço, descobrindo assim a “fábrica oculta” (CARVALHO et al., 2012).

Segundo Aoyagi et al. (2019), o mapa de processo é a forma de avaliar o processo dividido em partes resumidas, nele apresenta-se as diversas tarefas que acontece no período em que cada etapa está sendo executada. Geralmente o mapa é iniciado com a entrada de matéria-prima, onde esta passa por sub-etapas de processamento contidas no mesmo e finaliza no momento em que se torna um produto.

Diariamente nas empresas ocorrem mudanças ou anomalias no processo, podendo ser de matéria-prima, manutenção e até mesmo pessoas que podem com o tempo mudar o processo inicial, para obter um mapeamento correto é necessário realizar um levantamento de todas as atividades do local a ser mapeado inclusive entrevistando os operadores no seu local de trabalho (LAKSHMI et al., 2017).

Pavani e Scucuglia (2011) afirmam que o mapeamento está conectado com duas atividades: estudo do trabalho que é a fase de observação e coleta de dados relacionado com a área a ser mapeada e o entendimento do trabalho, nesta segunda atividade procura-se entender as particularidades através das informações coletadas.

Para Carvalho et al. (2012), realizar um mapeamento de processos deve-se:

- a. Compreender as concepções do processo/ sistema;
- b. Compreender o FEPSC (Fornecedor, entrada, processo, saída, cliente) e saber aplicá-los no processo estudado (ver Figura 2);
- c. Saber o conceito de valor para o cliente e para a empresa;
- d. Ter o conhecimento de como usar os resultados obtidos, para identificar os pontos de melhoria.

Lakshmi et al. (2017) destacam que durante o mapeamento de processos deve-se coletar o fluxo de atividades que existem na organização, passando por todas as etapas, áreas e funções, podendo assim identificar os gargalos e atividades que podem estar sendo realizadas com duplicidade.



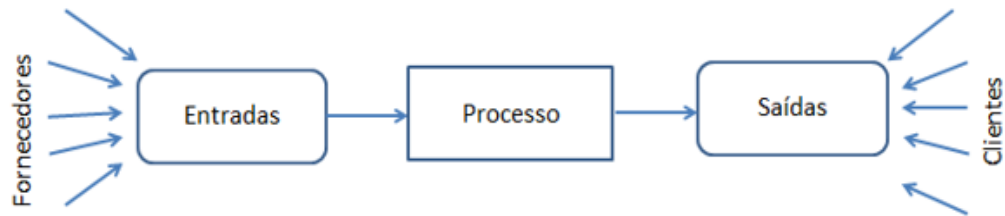


Figura 2 – Representação do FEPSC

Fonte: Carvalho et al. (2012).

O processo tem um conjunto de fatores (causas) que geram um produto seguinte para a próxima fase (efeitos) que podem ser controláveis (variáveis como temperatura, tempo, peso, pressão, vácuo, etc.) ou não controláveis (variáveis como a habilidade do operador e análise visual da matéria-prima), variáveis não controladas são consideradas um ruído (SHARMA, 2018).

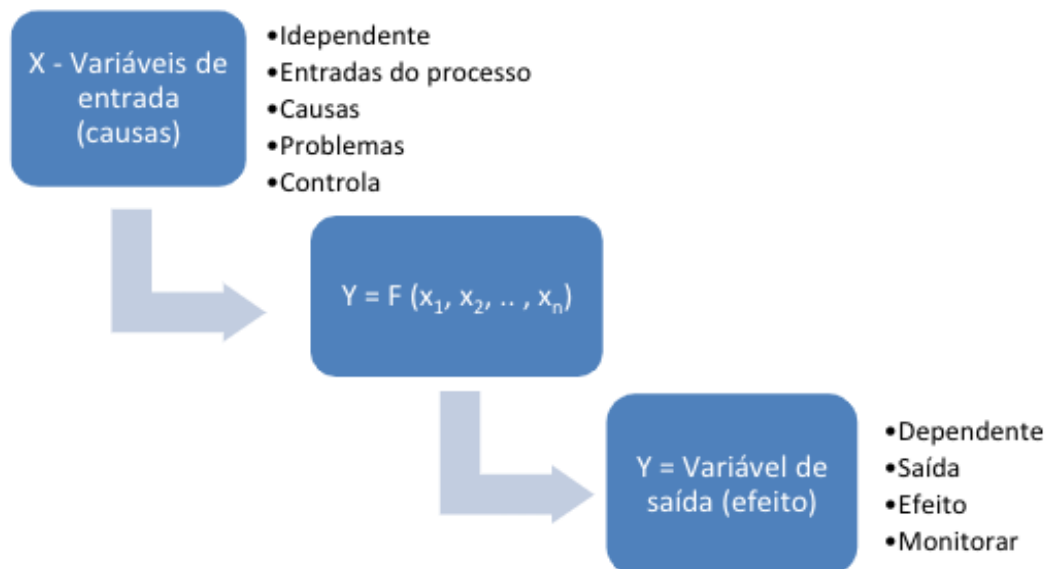


Figura 3 – Processo – perspectiva de modelagem

Fonte: Adaptado de Montgomery et al. (2012).

No mapa o “Y” representa a saída de cada etapa, ou seja, o que cada fase deve entregar para a próxima, e o “X” representa tudo o que se deve fazer para garantir a entrega do “Y” (ver Figura 3).

Dado este conhecimento teórico sobre a ferramenta aplicada, é notório a importância de se conhecer a metodologia adotada para a construção da pesquisa.

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma empresa de grande porte, com aproximadamente 7.500 funcionários, atuante no setor alimentício. A empresa tem como objetivo a

produção de alimentos *in natura* e industrializados, atendendo mercados internos e externos e está localizada na cidade de Rio Verde no sudoeste do estado de Goiás.

O atual trabalho trata-se de um estudo de caso. Pois, segundo Mello et al., (2016), estudo de caso é uma inquirição baseada na experiência de uma teoria em uma situação real onde o pesquisador confrontará ocorrências técnicas e diferentes devido o desempenho do fato autentico, o autor adverte que o estudo de caso deve ser evidenciado com entrevistas, registrado em arquivos e documentado.

Neste trabalho, foi acompanhado juntamente com a equipe de analistas de gestão e produtividade da unidade a implantação do mapeamento de processo em uma fábrica de produção de salsichas domésticas destinadas ao mercado brasileiro, onde a produção tem início no recebimento de matéria prima e termina na paletização e expedição dos produtos fabricados (Figura 4), neste processo tem-se um rigoroso controle de qualidade, porém existiam muitas falhas não identificadas no decorrer do processo. Para realizar o mapeamento, utilizou-se a ferramenta do Fluxograma, pois ela consegue delinear de forma mais clara qualquer processo, desde o procedimento mais simples até o mais complicado.

A área escolhida para o trabalho foi a mini fábrica de salsichas domésticas do setor de industrializados. Na salsicharia existe a necessidade de otimização do processo para melhor atendimento ao indicador de aderência do produto no mercado. A partir daí notou-se a necessidade da implantação do mapa de processo para obterem-se melhores resultados quanto aos clientes e a empresa. Foi realizado um levantamento de dados *in loco* através do acompanhamento do processo e entrevistas com colaboradores, durante o período de março de 2016 até junho de 2016, verificando as etapas uma a uma de todo o processo, onde foi possível identificar as entradas, saídas e variáveis de cada sub-processo. Paralelamente foi acompanhado o indicador de aderência ao produto no mercado.

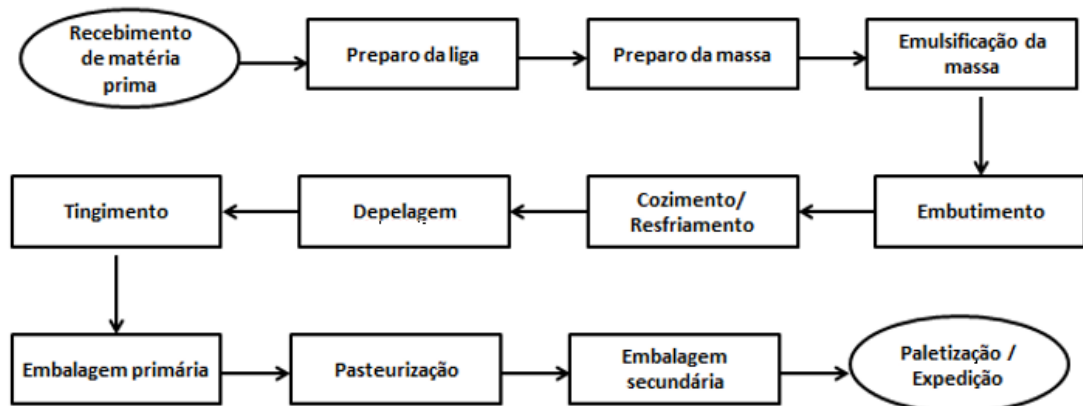


Figura 4 – Fluxograma do processo de produção de salsichas domésticas

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2019)

Assim, no final do estudo, visa realizar a implantação do mapa de processos para

melhoria do setor buscando a qualidade do produto, para tanto, o levantamento dos resultados e discussões são de suma importância.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta parte do trabalho, serão retratados os resultados obtidos da pesquisa bem como os benefícios adquiridos em utilizar a ferramenta de mapeamento de processos.

Inicialmente, foi realizado um levantamento de dados para definirem-se quais são as etapas do processo de produção de salsicha doméstica, identificando as variáveis de entrada “X” e saída “Y” de cada etapa, obtendo assim os dados conforme aos Anexos (I, II e III).

Paralelamente foi acompanhado os dados de aderência ao produto no mercado que estavam mês a mês fora da meta estipulada pela empresa antes da aplicação da ferramenta pela equipe de analistas (ver Figura 5).

Após todas as etapas definidas e o mapa confeccionado, foi realizado um treinamento com todos os colaboradores da linha, explicando como é o funcionamento do mapa de processos e qual a sua finalidade, deixando aberto a todos que quando houver uma anomalia a mesma deve ser tratada de imediato e registrada do mapa no dia do acontecimento da não conformidade através de postit’s.

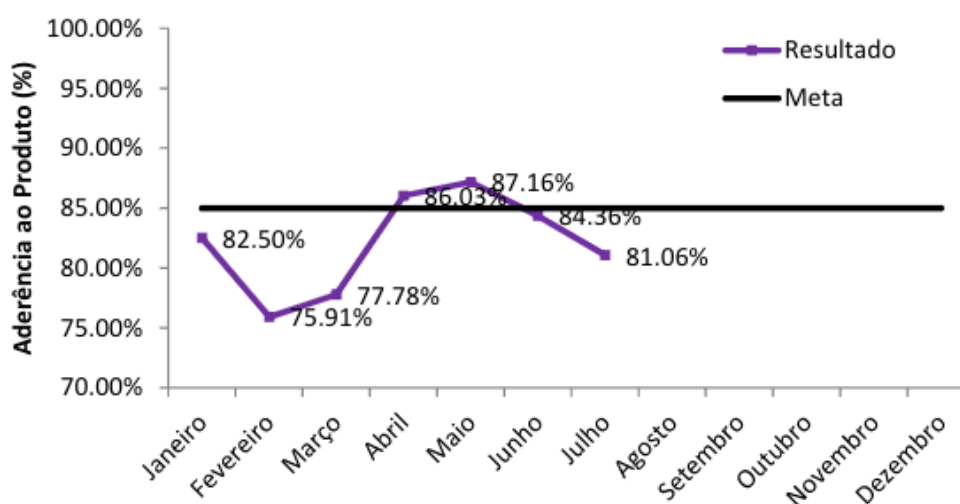


Figura 5 – Gráfico de aderência ao produto no mercado em 2016

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2019).

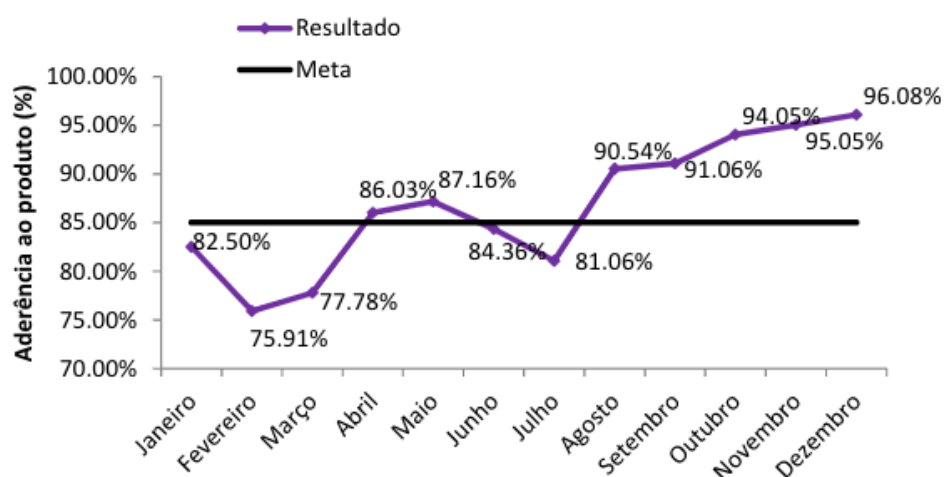
Diariamente estes postit’s são recolhidos pelo analista de produtividade e registradas todas as ocorrências em um caderno de pauta, semanalmente é realizado um Pareto com as não conformidades encontradas no processo e estas são apresentadas na reunião de atendimento ao indicador de aderência ao produto as quartas feiras, através destas informações semanais, a equipe define a prioridade

das ações e concentra os esforços nas ocorrências que mais estão se repetindo. No fechamento do mês é realizado um Pareto mensal com as anomalias e tomadas as providências para que estas não conformidades não voltem a ocorrer.

Através do mapa de processo foi possível visualizar melhor cada etapa da produção de salsichas, cada funcionário descobriu a responsabilidade de cada posto de trabalho com as entradas “X” e saídas “Y” e o que impacta na próxima etapa até o produto final. O mesmo afirma Lakshmi et al. (2017), onde aplicou-se o mapeamento em um processo de lavratura de escrituras e permitiu que todos os colaboradores da equipe onde foi realizado o estudo chegassem a concepção das etapas atribuídas ao cliente, no cumprimento dos tramites legais obrigatórios do processo de lavar escrituras de forma clara e objetiva.

Foi calhada a necessidade de revisão das EPPs – Especificação de Processo e Produto, alterando alguns parâmetros para melhoria e manutenção da qualidade da salsicha doméstica juntamente com a equipe de P&D – Pesquisa e Desenvolvimento, também se identificou a necessidade de EPPs visuais nas linhas de produção com a linguagem do colaborador. O mapa de processo também possibilitou a identificação de criação de padrões técnicos de processo colocados em toda linha de produção, planilhas de monitoramento e controle de etapas críticas por parte dos operadores e uma gestão a vista de monitoramento alimentado hora-a-hora com dados de quantidade de tonelada produzida, quantidade de reprocesso e perdas.

Após a implantação do mapa e a periodicidade das ações e acompanhamento diário das não conformidades percebe-se uma evolução significativa na aderência ao produto no mercado a partir do mês de julho, atingindo seu ápice em dezembro de 2016, com 96,08%. Observa-se que a média anual é de 85,01% e está dentro da meta estabelecida do ano de 85% e com os trabalhos realizados a nota anual fechou com resultado positivo acima da meta com 86,80% (Figura 6). O mapa de processo é uma ferramenta de melhoria da qualidade que além de permitir a visualização de processos complexos, permite cuidar da saúde deste processo, instigando eliminar problemas pontuais (MARRIOTT, 2018).



Os próximos passos é iniciar a realização de análise sensorial na sala do mapa de processos com os funcionários, apresentando as principais ocorrências no produto e relacionando com cada etapa do processo e a importância do cumprimento dos padrões. Também foi observada a necessidade de revisar todos os procedimentos operacionais acrescentando fotos do processo e disponibiliza-los nas linhas para eventuais consultas pelos funcionários e suas respectivas atividades, e implantar o mapa de processo na linha de Mortadela tubular. O mapa de processos é uma importante ferramenta, devido permitir o redesenho do processo, ajuda a desenvolver a força de trabalho e leva melhorias na eficiência e consistência do fluxo de trabalho (STECKOWYCH; SMITH, 2019).

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações obtidas na pesquisa, obteve-se resultados que foram bons para a empresa, sendo eles a evolução no indicador de aderência ao produto no mercado nacional, interação dos colaboradores com o processo de produção de salsichas e maior facilidade de identificar e tratar as anomalias advindas do processo.

A ferramenta de mapeamento do processo é uma boa alternativa para empresa devido sucesso na sua implantação. E com este estudo verifica-se a possibilidade de expansão do mapa para outras linhas de produção que contém na planta da unidade, sendo ela de suma importância, pois proporciona uma visão micro e macro do processo onde está sendo trabalhada.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR ISO 900:2000**. Disponível em: <<http://www.standardconsultoria.com/f/files/814048ce04d8cdf2b1ba9438be31009791895463.pdf>>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

ALBENIZ, I. M. **Foundations for an analysis of the gastronomic experience: From product to process**. International Journal of Gastronomy and Food Science, vol. 13, pp. 108-116, 2018.

AOYAGI, K.; WANG, H.; SUDO, H.; CHIBA, A. **Simple method to construct process maps for additive manufacturing using a support vector machine**. Additive Manufacturing, vol. 27, pp. 353-362, 2019.

ARRUDA, A. I. B.; **Análise da gestão da qualidade em uma indústria de alimentos em Caruaru – PE: estudo sobre a utilização das ferramentas da qualidade**. João Pessoa, PB. ENEGEP, 2016.

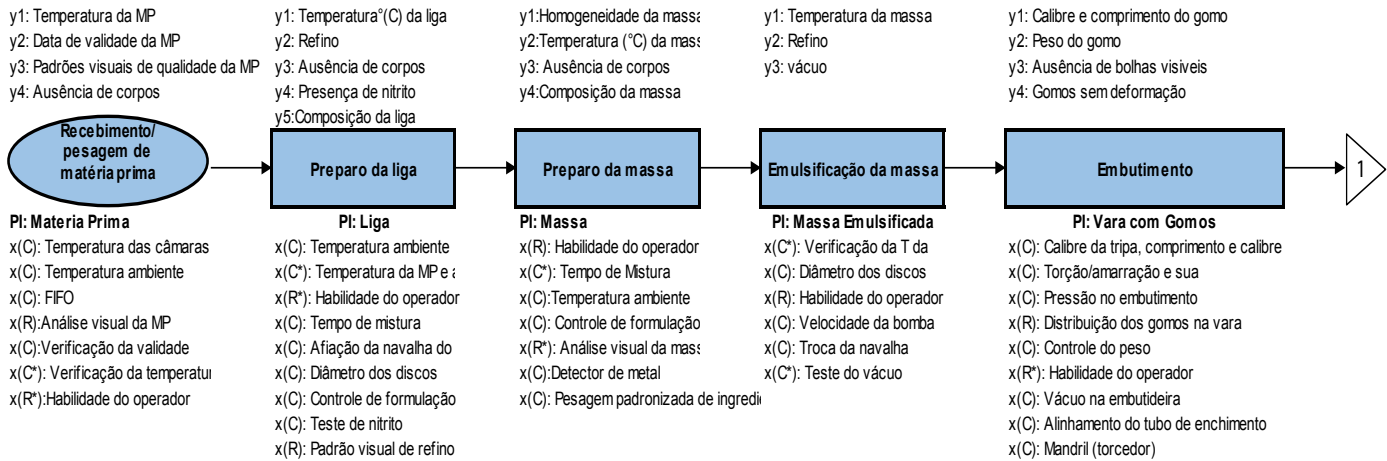
BATALHA, M. O.; TOLEDO, J. C.; AMARAL, D.C.; **Qualidade na indústria agroalimentar: situação atual e perspectivas**. Revista de Administração de empresas, São Paulo, n.2, p. 90-101, 2000.

BENAVIDES-CHICÓN, C. G.; ORTEGA, B. **The impact of quality management on productivity in**

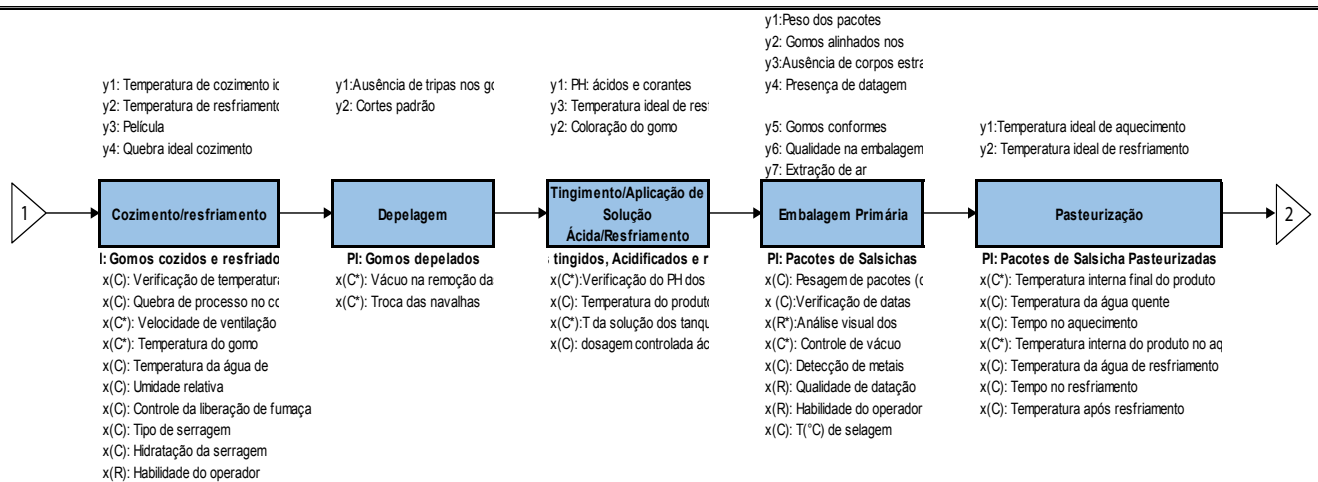
- the hospitality sector.** International Journal of Hospitality Management, vol. 42, pp. 165-173, 2014.
- CARVALHO, M. M. et al. **Gestão da qualidade teoria e casos.** 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- CARVALHO, L.; AVELLAR, A. P. M. **Innovation and productivity: empirical evidence for Brazilian industrial enterprises.** Revista de Administração, vol. 52 (2), pp. 134-147, 2017.
- FAN, H.; LI, Y. A.; YEAPLE, S. R. **On the relationship between quality and productivity: Evidence from China's accession to the WTO.** Journal of International Economics, vol. 110, pp. 28-49, 2018.
- GONÇALVES, R. E.; LUZ, M. P. **Proposta de implantação de ferramentas da qualidade no processo produtivo de uma empresa alimentícia.** João Pessoa, PB. ENEGEP, 2016.
- LAKSHMI, A. A.; RAO, C. S.; GANGADHAR, J.; SRINIVASU, C.; SINGH, S. K. **Review of Processing Maps and Development of Qualitative Processing Maps.** Materials Today: Proceedings, vol. 4 (2), part A, 946-956, 2017.
- MARRIOTT, R. D. **Process Mapping – The Foundation for Effective Quality Improvement.** Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care, vol. 48 (7), pp. 177-181, 2018.
- MELLO, M. F.; PEREIRA, R. O.; CHIODI, J. A.; **A melhoria em processo produtivo com a utilização de um dispositivo semiautomatizado de dosagem e com a eliminação de perdas.** João Pessoa, PB. ENEGEP, 2016.
- MIRAGLIOTTA, G.; SIANESI, A.; CONVERTINI, E.; DISTANTE, R. **Data driven management in Industry 4.0: a method to measure Data Productivity.** IFAC-PapersOnLine, vol. 51 (11), pp. 19-24, 2018.
- MONTGOMERY, D. C. **Introdução e controle estatístico da qualidade.** 4. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 2004.
- PAVANI, J. O.; SCUCUGLIA, R. **Mapeamento e gestão por processos –BPM. Gestão orientada à entrega por meio de objetos.** Metodologia GAUSS. São Paulo: M. Books, 2011.
- PINHO, A. F. et al.; **Combinação entre fluxograma e as técnicas de mapa de processo no mapeamento de um processo produtivo.** Foz do Iguaçu, PR. ENEGEP, 2007.
- SALA-GARRIDO, R.; MOLINOS, S. M.; MOCHOLI, A. M. **Comparing changes in productivity among private water companies integrating quality of service: A metafrontier approach.** Journal of Cleaner Production, vol. 216, pp. 597-606, 2019.
- SHARMA, A. **A fundamental study on qualitatively viable sustainable welding process maps.** Journal of Manufacturing Systems, vol. 46 pp. 221-230, 2018.
- STECKOWYCH, K.; SMITH, M. **Workflow process mapping to characterize office-based primary care medication use and safety: A conceptual approach.** Research in Social and Administrative Pharmacy, vol. 15 (4), pp. 378-386, 2019.
- VILARINHO, S.; LOPES, I.; SOUSA, S. **Developing dashboards for SMEs to improve performance of productive equipment and processes.** Journal of Industrial Information Integration, vol. 12, 13-22, 2018.
- WANG, B. MAO, Z. **Outlier detection based on Gaussian process with application to industrial processes.** Applied Soft Computing, vol. 76, pp. 505-516, 2019.

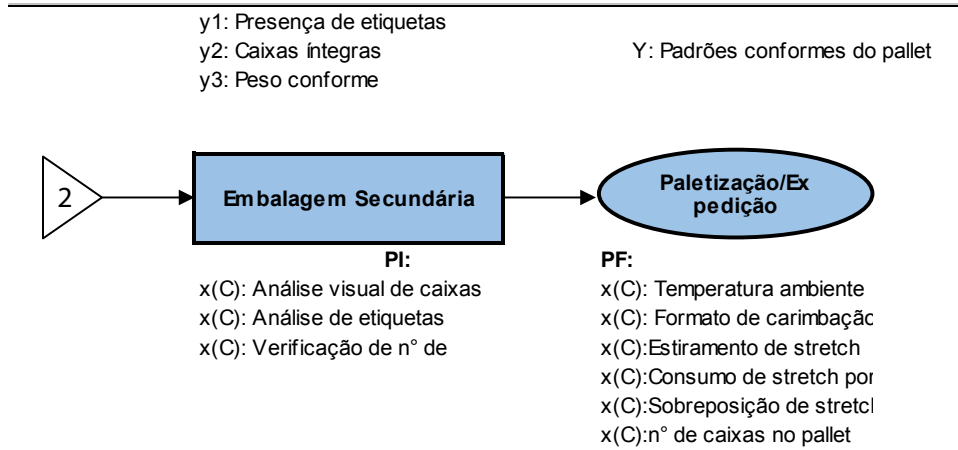


## ANEXO I



## ANEXO II





## APLICAÇÃO DO *POKA YOKE* PARA MELHORIA DE QUALIDADE NA SEGURANÇA DO TRABALHO: UMA REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

**Edilange Moreira da Costa**

Faculdade Pitágoras

São Luis - MA

**Claudio Roberto Silva Junior**

Faculdade Pitágoras

São Luis - MA

**Gustavo Henrique Andrade Sousa**

Faculdade Pitágoras

São Luis - MA

**José Ribamar Santos Moraes Filho**

Faculdade Pitágoras

São Luis - MA

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho é realizar uma análise sobre métodos, técnicas e diretrizes para projeto, operação e manutenção de sistemas poka-yokes. Paralelamente pretende-se contribuir com a apresentação do conceito de poka-yoke e quais as classificações a ele relativas. A aplicação de dispositivos à prova de erro tem crescido significativamente nas empresas, com programas específicos de melhoria na segurança de processos, visando melhoria da qualidade na segurança do trabalho e garantir a realização de atividades com redução de erros humanos. Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa e exploratória, que utiliza como procedimentos técnicos a pesquisa bibliográfica. O estudo se

dá na apresentação dos princípios do *Poka-Yoke* e sua aplicação, incluindo exemplos práticos e principais passos da sua aplicação e classificação de sistemas poka-yokes, tipos de inspeção, tipos de erro.

**PALAVRAS-CHAVE:** PokaYoke, Erros Humanos, Segurança no Trabalho.

### POKA YOKE APPLICATION FOR QUALITY IMPROVEMENT IN WORK SAFETY: A REVIEW OF THE BIBLIOGRAPHY

**ABSTRACT:** The objective of this work is to perform an analysis on methods, techniques and guidelines for the design, operation and maintenance of poka-yokes systems. At the same time we intend to contribute with the presentation of the poka-yoke concept and the classifications related to it. The application of error-proofing devices has grown significantly in companies, with specific programs to improve process safety, with the main objective of improving the quality of work safety and ensuring activities with human error reduction. This work is characterized as a qualitative and exploratory research, which uses as technical procedures the bibliographic research. The study is based on the presentation of Poka-Yoke principles and their application, including practical examples and main steps of their application and

classification of poka-yokes systems, types of inspection and types of errors.

**KEYWORDS:** PokaYoke, Human Errors, Safety at Work.

## 1 | INTRODUÇÃO

Há uma contínua busca das empresas para conseguir atingir os níveis de melhoria desejados e garantir eficiência frente aos concorrentes. Segundo Moore (2007) esta situação resulta das empresas não selecionarem as ferramentas mais adequadas ao seu caso. Para garantir maior eficiência e eficácia na aplicação das ferramentas de melhoria devem-se considerar as seguintes questões: estabelecer as condições em que as ferramentas se tornam incompatíveis, analisar as vantagens e desvantagens de cada ferramenta e definir as condições de aplicação de cada ferramenta.

A melhoria da qualidade é, sem dúvida alguma, uma preocupação atual das empresas determinadas em melhorar o seu desempenho. Existe um conjunto de ferramentas capazes de ajudar as empresas a concretizarem esse objetivo, designadamente ao nível da deteção e prevenção de falhas, dentre tais ferramentas a presente pesquisa abordará a aplicação do sistema a prova de erros *PokaYoke*. Zimmer (2000). A relevância deste trabalho é a aplicação de uma ferramenta de melhoria da qualidade para evitar erros no processo produtivo e aumentar níveis de eficiência na segurança dos colaboradores no ambiente de trabalho.

Grout (2007) relata a aplicação de *Poka-Yoke* em ambientes diversos, tais como construção civil, indústria automotiva, metalúrgica, saúde, logística, entre outras. É comum utilizar-se da ferramenta para justificar ganhos de custo, ergonomia de postos de trabalho, aumento de produção entre outros. O presente estudo tem por indagação: Como os dispositivos Poka-Yoke podem ser aplicados em postos de trabalho no que se refere à melhoria da qualidade na segurança de atividades no ambiente de trabalho industrial?

Portanto, será abordado um estudo relacionado à aplicação real de dispositivos *pokayoke* em um ambiente industrial. Este trabalho está dividido em três etapas. Na primeira apresentam-se os princípios do *poka-yoke* e sua aplicação incluindo exemplos práticos e principais passos da sua aplicação, com o intuito de viabilizar o sistema de qualidade zero defeito. A segunda etapa incide na apresentação da empresa e na metodologia de trabalho utilizada, incluindo as soluções desenvolvidas e os resultados da aplicação do Poka-Yoke instalado. Por último, são apresentadas as conclusões referentes ao trabalho realizado.

## 2 | METODOLOGIA

A pesquisa tem natureza qualitativa exploratória sendo realizada através do método estudo de revisão da literatura. Este método é considerado atualmente como delineamento mais adequado para a fomentação de ideias de uma gama de autores

dentro de seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente expandido (GIL, 2002).

Com relação ao tema estudado a pesquisa foi classificada como aplicada; na qual tem como fim produzir conhecimento através do referências teóricas, pesquisas, gerando informações que serão utilizadas para aplicações práticas voltadas para a solução de problemas encontrados na realidade (MEDEIROS, 2010). A primeira parte do trabalho constituiu na realização de uma pesquisa bibliográfica, no qual foram abordados assuntos relacionados ao tema pesquisado além de outros aspectos que devem ser considerados na aplicação do Poka- Yoke e sua visão geral a respeito desta metodologia.

### **3 | REFERENCIAL TEÓRICO**

Esta seção trata do referencial teórico nos termos associados a presente pesquisa. Assim, são apresentadas as várias definições e discriminação do que é o sistema pokayoke e sua função na industrialização, relatando também a crescente utilização do método base de estudo.

#### **3.1 Produção Enxuta (LeanProduction)**

Ao se analisar o LeanProduction (LP) ou a Manufatura Enxuta (ME) na literatura internacional, verifica-se que esta é geralmente descrita a partir de dois pontos de vista. O primeiro refere-se a uma perspectiva filosófica relacionada com os princípios orientadores e objetivos globais e o segundo a partir da perspectiva prática de um conjunto de práticas de gestão, ferramentas ou técnicas que podem ser observadas diretamente (BHAMU, SANGWAN, 2014).

De acordo com Miyake (2002), o Sistema Toyota de Produção teve seu início em meados da década de 50, como uma forma de responder as restrições de mercado na indústria japonesa no pós-guerra, ou seja, grande variedade com pequenas quantidades de produção, diferentemente da idéia de produção em massa que caracterizou a indústria americana desde Henry Ford até a crise do petróleo. A produção puxada é um dos princípios que melhor caracterizam a operação de um sistema enxuto (MIYAKE, 2002).

#### **3.2 Legislação em Saúde e Segurança do Trabalho**

No âmbito da Engenharia de Produção assim como nas áreas relacionadas, existe-se a necessidade de verificar todas as condições pertinentes de saúde e segurança do local e dos envolvidos no processo produtivo. O engenheiro de produção no planejamento ou na gestão desses sistemas necessita dos conhecimentos da HST (Higiene e Segurança do Trabalho) e, muitas vezes, responderá pela gestão de engenharia e segurança do trabalho na empresa (BATALHA, 2008, p. 130).A

Figura 01 mostra os dados relativos de CAT no âmbito nacional e segregado a um estado da federação, como exemplo no estado do Maranhão. No eixo 2009- 2011, o Brasil apresentou um equivalente de 75,7% de CAT registradas e 24,3% de CAT não registradas junto ao INSS enquanto que no estado do Maranhão este fator correspondeu a 59,1% de CAT registradas e 40,9% de CAT não registradas junto ao INSS (AEAT, 2011).

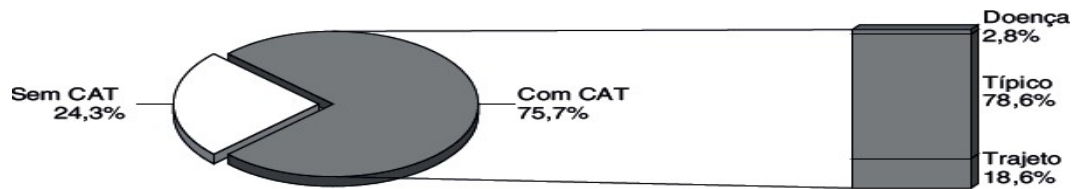


Figura 1: Distribuição de acidentes de trabalho com CAT registradas e não registradas no Brasil e no estado do Maranhão.

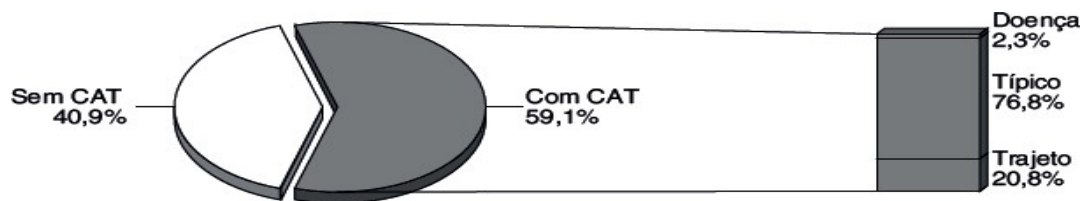


Figura 2: Distribuição de acidentes de trabalho com CAT registradas e não registradas no Brasil e no estado do Maranhão.

### 3.3 Formas de Defeitos e Inspeções

Os defeitos de qualidade impedem a forma de aceitação do produto pelo cliente. Em termos de produção, os defeitos ocorrem quando o produto tem algo de errado com ele, como quando um dispositivo eletrônico não vai ligar por causa de um curto na placa de circuito. Segundo Shingo (1986), abaixo cita-se duas formas de defeitos e inspeções:

- Defeitos Isolados: Ocorre uma única vez. Um exemplo é a manufatura de uma parte defeituosa devido a uma unidade de matéria prima falha.
- Defeito Serial: Ocorrem repetidamente: Por exemplo, uma ferramenta quebrada ou mal posicionada produz várias peças defeituosas.

Shingo (1986) afirma ainda que os aumentos quantitativos ou qualitativos das inspeções não reduzem os defeitos. Isso acontece porque as falhas nos produtos são criadas durante o processo e não há maneira de reduzi-las sem o uso de métodos que impeçam a geração de defeitos.

### 3.4 Erros Humanos

Calarge e Davanso (2003) afirmam que o erro humano tem sido grande preocupação para os sistemas produtivos, onde a interferência e participação dos erros desta natureza estão entre 50% a 75% das falhas ocorridas, e as necessidades de controle e inspeção têm ficado cada vez mais rigorosas. Shingo (1986) salienta que



os erros são inevitáveis porque os operadores são humanos e naturalmente erram (por falta de concentração, compreensão das instruções, pelo contrário os defeitos resultam de se permitir que um erro altere o produto, sendo assim inteiramente evitáveis.

### 3.5 Dispositivos Poka-Yoke

Os mecanismos ou dispositivos Poka-Yoke são também denominados de mecanismos de prevenção de erro ou a prova de falha; têm sua origem na língua japonesa das palavras *yokeru* (evitar) e *poka* (erro inadvertido) e são utilizados há muito tempo pela indústria manufatureira japonesa (CARLAGE e DAVANSO, 2001).

Poka-Yoke é constituindo um recurso que indica ao operador o modo adequado para realizar uma determinada operação, ou seja, um mecanismo de detecção de erros que bloqueia as principais interferências (normalmente decorrentes de erros humanos) na execução da operação. Estes dispositivos caracterizam-se por serem utilizados num regime de inspeção a 100%; dispensarem a atenção permanente do operador relativamente ao produto que está a ser processado; reduzirem ou eliminarem defeitos através das ações corretivas imediatas e serem simples e de baixo investimento.

Fundamentalmente as três técnicas baseadas em inspeção do dispositivo são: inspeção por julgamento, inspeção informativa e inspeção na fonte. Na inspeção por julgamento, os produtos com defeito são separados dos produtos bons após o processamento, em geral através de amostragem, revelando alguns defeitos antes da entrega, mas não diminuindo o índice de defeitos verificados.

Na inspeção informativa, investigam-se estatisticamente as causas dos defeitos e essas informações são transmitidas aos processos apropriados a fim de serem tomadas medidas para reduzir os defeitos, porém com muita frequência, essas informações demoram a chegar na origem do problema, o que faz com que os defeitos continuem a ser produzidos.

A inspeção por fonte trabalha na origem do processo, dando um retorno imediato e evitando que os erros se transformem em defeitos. A peça logo depois que ela sai da máquina é inspecionada, os erros podem ser corrigidos antes de se transformarem em defeitos; desta maneira a inspeção na fonte constitui um importante aspecto para que se elimine o defeito dos processos de manufatura.

Os sistemas PokaYoke podem também apenas sinalizar, através de apitos, buzinas e sinais luminosos, a ocorrência de erros, sem parar a linha de produção, mas indicando a necessidade de correção (CHASE, 2002). A Figura 3 ilustra o esquema de ação do Poka- yoke.

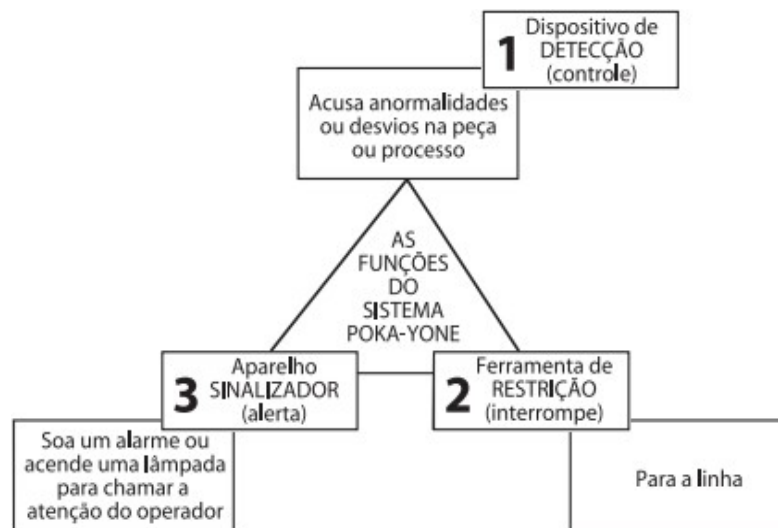


Figura 3: Funções dos dispositivos Poka Yoke

Os Poka-Yokes são classificados através das diferenças em suas funções regulatórias e do mecanismo de detecção. A figura 4 ilustra a seguir esse fenômeno.

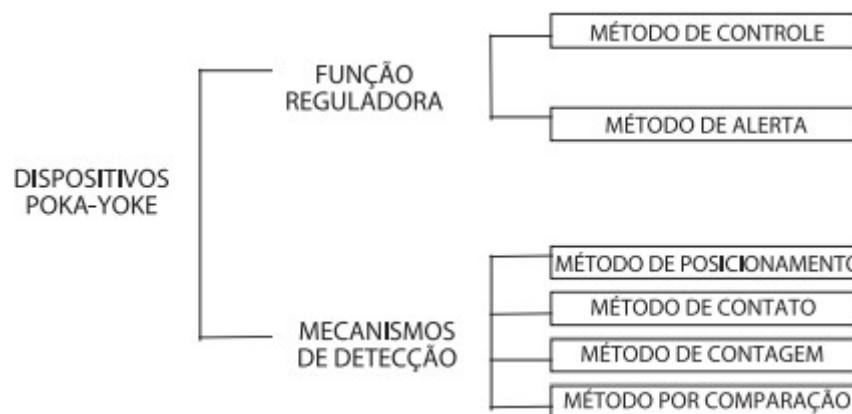


Figura 4: Métodos de atuação dos dispositivos Poka Yoke

- Método de Controle: Para o processo quando ocorre alguma anormalidade, portanto previnem a ocorrência de defeitos em série. Possuem uma forte função regulatória e possuem máxima eficácia em atingir zero defeito. Por isso, deve ser o método a ser aplicado sempre que os fatores técnicos e econômicos permitirem.
- Método de Advertência: Utilizam algum tipo de sinal sonoro ou luminoso para avisar os operadores sobre a ocorrência de alguma anormalidade, mas não param o processo. Como defeitos continuarão a ocorrer se os operadores não atenderem a esses avisos, esse método possui uma função regulatória mais fraca que o método de controle.
- Método de posicionamento: elaboração de dispositivos que permitem a condução da operação somente quando do posicionamento correto do conjunto de elementos nela envolvidos, impedindo fisicamente que o conjunto seja montado de forma inadequada;
- Método de contato: estão baseados na liberação da condução de uma ope-

ração a partir do contato de sistemas de sensores que indicam condição adequada para operação

- Método de contagem: por meio da contagem de elementos, verificam as características de conformidade do conjunto, alertando no caso de detecção de anormalidades e impedindo a continuidade da operação
- Métodos de comparação: utilizando dispositivos que possibilitem comparação de grandezas físicas (temperatura, pressão, torque etc.), impedem a continuidade da operação quando da detecção de anormalidades

Um exemplo está representado na figura 4 que explica a aplicação do PokaYoke em um processo de produção como sistema anti- erro que controla o produto, onde existem peças mal soldadas (sem veio) e a instalação de um batente para detectar peças sem veio, que são segregadas do fluxo de produção. É um sistema anti-erro que controla o produto.

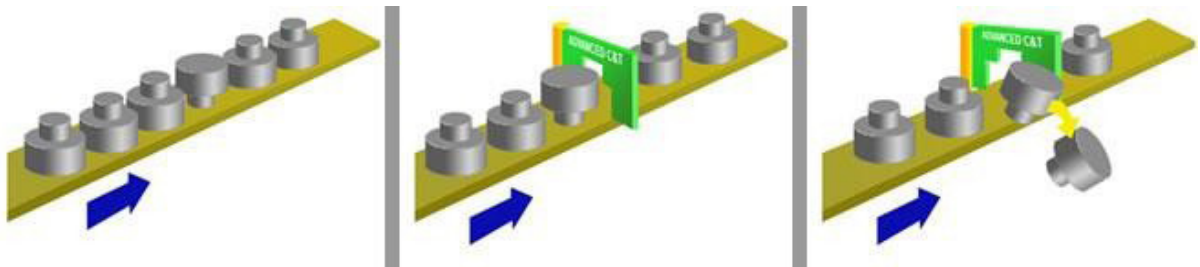


Figura 5: Exemplo de aplicação de poka yoke controlando o produto

### 3.6 Implementação de sistemas Poka-Yoke

As empresas no geral executam um processo de aceitação e validação de um dispositivo PokaYoke que envolve, também, a definição de responsabilidades no acompanhamento da eficácia do dispositivo proposto. Nesse caso, a equipe de trabalho responsável pela implantação de um dispositivo deve, inicialmente, construir um protótipo do dispositivo e realizar a sua validação. A validação de um dispositivo é feita através de cem verificações de peças, sendo que devem ser consideradas, de forma aleatória, 10% de verificações em conformidade e 90% de verificações em não-conformidade com as características estabelecidas. Assim, considera-se um dispositivo PokaYoke válido se ele conseguir detectar a totalidade de peças em não-conformidade, impedindo que o erro se manifeste em defeito, em vez de atuar sobre as peças que estão em conformidade com as características controladas. Caso o dispositivo falhe nesse controle, o processo de validação é interrompido, faz-se uma análise para a detecção da causa da falha e a solução do problema, e se realiza outra validação do dispositivo.

Na condução desse processo, são definidas responsabilidades em relação a: a) quando a implantação envolver melhoria contínua: 1) o time de trabalho é responsável pelo desenvolvimento, instalação e validação do dispositivo; 2) a engenharia da qualidade deve controlar a codificação e preencher os registros de

controle de dispositivos. b) quando a implantação estiver relacionada a um produto em desenvolvimento: 1) o time de trabalho é responsável pelo desenvolvimento, instalação e validação do dispositivo; 2) a engenharia da qualidade deve controlar a codificação e preencher os registros de controle de dispositivos; 3) a engenharia de manufatura deve atualizar a documentação do Plano da Qualidade, Instruções de Processo e FMEA. Corrêa (2011) cita alguns princípios que atuam na área de ação na adoção da ferramenta Poka-yoke: O esquema 1 a seguir ilustra esse conceito.



Esquema 1: Princípios atuantes no Poka Yoke

De acordo com Shingo (1986), a implementação dos sistemas Poka-Yoke é facilitada quando algumas regras básicas e simples são consideradas: escolher um processo piloto e fazer uma lista dos erros mais comuns dos operadores; priorizar os erros por ordem de frequência; priorizar os erros por ordem de importância; projetar sistemas Poka-Yoke para impedir os principais erros das duas listas; utilizar Poka-Yoke de controle quando é impossível corrigir o defeito; fazer uma análise de custo-benefício antes de implementar o sistema Poka-Yoke. Os defeitos mais típicos são: peças/produtos danificados ou com dimensões fora da especificação; peças/produtos incorretamente montados; presença de materiais estranhos;

Os benefícios do dispositivo Poka-yoke, independentemente da sua execução são: simplicidade e baixo custo, pois se forem complicados ou caros seu uso não será rentável a empresa; fazem parte do processo de inspeção 100%; são posicionados próximos aos erros, fornecendo um feedback rápido para os empregados, assim permitindo o ajuste de erros eficazmente (LIKER K. JEFFREY; MEIER DAVID, 2002)

#### 4 | CONCLUSÃO

Na atualidade, o desempenho de fornecedores tem sido um aspecto constantemente avaliado e considerado para futuras cotações e fornecimentos de novos produtos e para a continuidade dos negócios já existentes. Os principais critérios básicos considerados são a qualidade, o preço e o prazo de entrega. As Empresas

como citado anteriormente e constatado durante a revisão bibliográfica, acreditam que os dispositivos PokaYoke devem ser concebidos basicamente a partir de princípios simples, de baixo custo de fabricação e que possam reduzir o índice de perda a zero. Outro importante aspecto verificado no estudo de caso foi que a implantação de dispositivos PokaYoke caminhou junto com esforços da empresa para envolver os funcionários nas mudanças e no aperfeiçoamento dos processos produtivos, fazendo com que eles se sentissem integrados e comprometidos com os objetivos e estratégias da organização. A possibilidade e a liberdade de os funcionários exporem suas ideias e o seu envolvimento na análise e solução de problemas permitirão eliminar a sensação de culpa e de frustração quando um erro é cometido, possibilitando o aumento da iniciativa dos funcionários em propor melhorias e inovações nos processos produtivos, uma das maiores dificuldades na busca do zero defeito residiu na aceitação, pelas pessoas, das mudanças necessárias e no receio de que essas modificações pudessem implicar a substituição de funcionários. Essas dificuldades foram diminuídas e quase que totalmente erradicadas por meio de treinamento, conscientização e incentivo da força de trabalho a participar e se envolver nessa reorganização.

Com a diminuição da tensão resultante do receio de erros e com processos mais uniformes e estáveis, os operários podem se concentrar em idealizar inovações que tragam melhorias contínuas ao processo e ao produto. Finalmente, um fator também importante para a empresa em questão foi a persistência de trabalhos envolvendo a melhoria contínua do processo produtivo, principalmente durante o desenvolvimento e a implantação de novas linhas e novos produtos, isso possibilitou otimizações que permitiram a aquisição de equipamentos inteiramente adequados às necessidades dos processos. A metodologia Poka-Yoke contribuiu para o aumento da confiabilidade dos processos de montagem, além de melhorar a qualidade do produto fornecido, redução dos riscos totais do processo visando à busca por práticas de melhoria contínua nas organizações atuais.

## REFERÊNCIAS

**LONGENECKER, J.G.; MOORE, C.W.; PETTY, J.W.** Administração de pequenas empresas. São Paulo: Makron Books, 1997

**Zimmer, L.** Get lean to boost profits. *Forming and Casting Magazine*, Michigan, 7 (2), 2000;

**GROUT, J.** Mistake-proofing the design of the health care processes. Rockville, AHRQ, 2007.

**KAUARK, F. da S.; MANHÃES, F.C ; MEDEIROS, C.H.** **Metodologia da Pesquisa: Um guia prático.** Itabuna, Bahia. Via Litterarum, 2010.

**BHAMU, J.; SANGWAN, K. S.** **Lean manufacturing: literature review and research issues.** *International Journal of Operations & Production Management*, 34:7, p. 876-940, 2014.

**MIYAKE, D.** Melhorando o processo: Seis Sigma e Sistema de Produção Lean. In ROTONDARO et al. *Seis Sigma – Estratégia Gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços.* São Paulo:

Editora Atlas, 2002

**BATALHA, M.O.** Introdução à Engenharia de Produção. 9ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

**BRASIL. MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL.** AEAT: Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho 2011. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/estatisticas/>>. Acesso em 19 de agosto de 2016.

**SHINGO, S.** Zero Quality Control: **Source Inspection and the Poka-Yoke System**, New York: Productivity Press.(1986).

**CARLAGE, F. A; DAVANSO, J. C.** A Utilização de Dispositivos à Prova de Erros: Poka-Yoke Empregado na Melhoria de Desempenho de Processos de Manufatura. Conferência Brasileira de Engenharia de Manutenção, 2001.

**CHASE, R.B. STEWART, D.M.** Mistake Proofing: designing Errors Out. Edição Revista. Morrisville: John Groat. 2002.

Shimbun, Nikkan Kogyo. *Poka-yoke: Improving product quality by preventing defects*. CRC Press, 1989.

**GHINATO, P.** **Lições Práticas para a Implementação da Produção Enxuta**. EDUCS - Editora da Universidade de Caxias do Sul: Caxias do Sul. 2002

**Mainardes, Emerson Wagner, Cristina Schmitt Miranda, and Carlos Henrique Correia.** “A gestão estratégica de instituições de ensino superior: um estudo multicaso.” Contextus-Revista Contemporânea de Economia e Gestão 9.1 (2011)

**LIKER K. JEFFREY; MEIER DAVID.** O Modelo Toyota – Manual de Aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.



## APLICAÇÃO DO SOFTWARE WRC STOAT EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

### **Karla Yumi Shingo**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Departamento de Engenharia Ambiental –  
Londrina - Paraná

### **Rafael Montanhini Soares de Oliveira.**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Departamento de Engenharia Ambiental –  
Londrina - Paraná

### **Isabela Bruna de Tavares Machado Bolonhesi**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Departamento de Engenharia Ambiental –  
Londrina - Paraná

### **Thiago Augusto de Moraes**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Departamento de Engenharia Ambiental – Campo  
Mourão – Paraná

### **Tanatiana Ferreira Guelbert**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Departamento de Engenharia Ambiental –  
Londrina - Paraná

**RESUMO:** Para melhor controle de sistemas de tratamento de águas residuárias são desenvolvidos vários softwares com a finalidade de modelar estes sistemas. Este trabalho visou a avaliação do comportamento de uma estação de tratamento de águas residuárias localizada no norte do estado do Paraná. Este sistema de tratamento é composto por um tanque de equalização, um flotor, um

reator de lodos ativados e um decantador e foi analisado por meio da aplicação de dois parâmetros do efluente: a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) no *software* WRC STOAT utilizando os modelos matemáticos ASAL1 e IAWQ#1, respectivamente. Depois das devidas configurações, os valores obtidos foram de 2,45mg/L para DBO sendo o valor real fornecido pela empresa foi de <3mg/L, e 3,84mg/L para DQO, com valor real fornecido pela empresa de <5mg/L. Por meio deste estudo, foi possível aplicar os modelos matemáticos no *software* de forma satisfatória, sem erros no processo e, assim como no sistema real, confirmando o atendimento a legislação CONAMA 430/2011 e CEMA 70/2009. Além disso, verificou-se a possibilidade de variar diversos parâmetros de entrada no software a fim de observar o comportamento dos sistemas de tratamento de águas residuárias.

**PALAVRAS – CHAVE:** simulação de ETAR, ASAL1, IAWQ #1, lodos ativados, indústria de laticínios.

### APPLICATION OF WRC STOAT SOFTWARE IN WASTEWATER TREATMENT PLANT OF DAIRY INDUSTRY

**ABSTRACT:** For better control of wastewater

treatment plants, several softwares are developed with the purpose of modeling treatment plants. This work aims to evaluate the behavior of a wastewater treatment plant of a dairy industry located in the north of the state of Paraná. This wastewater plant is composed of equalizing tank, a flotation tank, an activated sludge reactor and a settler and will be analyzed by the application of two sewage parameters: Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD) in the WRc STOAT software using the ASAL1 and IAWQ#1 models, respectively. With the appropriate settings, the values were 2.45mg/L for BOD, with a real value of <3mg/L and 3.84mg/L for COD, with a real value of <5mg/L. By means of this study, it was possible to apply the mathematical models in software in a satisfactory way, without any process error and, as in the real system, confirming compliance with the CONAMA 430/2011 and CEMA 70/2009 legislation. In addition, it was verified the possibility of varying several input parameters in the software in order to observe the behavior of wastewater treatment systems.

**KEYWORDS:** simulation of WTP, ASAL1, IAWQ #1, activated sludge, dairy industry.

## 1 | INTRODUÇÃO

O tratamento de águas residuárias consiste na estabilização do material orgânico e transformação das substâncias em moléculas mais simples e com menor teor energético (LEME, 2010).

As estações de tratamento de águas residuárias (ETAR) necessitam do devido controle e monitoramento dos parâmetros de qualidade a fim de tratar os efluentes de maneira satisfatória para atendimento a legislação ambiental, como a CONAMA 430/11, e CEMA 70/2009 no caso de indústrias.

Visto que para as indústrias é imprescindível que haja o planejamento e monitoramento dos efluentes gerados e lançados no meio ambiente, há necessidade de um controle maior dos sistemas de reatores para melhor cobertura de tratamento nas indústrias, maior entendimento e para manter a qualidade do efluente, atendendo aos padrões previstos em legislação, promovendo a operação e construção de estações mais eficientes. A partir dessa demanda iniciaram-se os estudos de modelagem destes processos de tratamento de esgotos.

Os modelos matemáticos utilizados para descrever o tratamento das águas residuárias dessa indústria de laticínios foram o modelo ASAL 1 e o IAWQ #1. Nesse projeto a ETAR foi modelada através dos dados obtidos das análises de rotina do ano de 2017 na própria indústria.

Através desses fatos, avalia-se que a modelagem da ETAR, temática desse estudo, pode ser de grande valia para uma verificação da atual situação operacional do sistema e um critério para tomada de futuras decisões acerca da estação.

Cada resultado obtido pela modelagem deve ser uma representação da realidade do comportamento do sistema em funcionamento para uma determinada situação.

Sendo assim, por meio dos resultados é possível buscar a otimização da operação e a análise do projeto da estação (DEBIASI, 2012).

Dessa forma, este trabalho visou diminuir a carência de métodos de monitoramento por meio da análise do comportamento de um sistema de tratamento composto por um flotador por ar dissolvido, um tanque de aeração e um decantador secundário. Para essa avaliação utilizou-se o modelo ASAL1 para análise da remoção de DBO e o modelo IAWQ #1 para remoção de DQO.

## 2 | CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A estação de tratamento de efluente industrial a ser estudada se localiza no Norte do estado do Paraná.

O efluente líquido inicial passa por grades a fim de reter resíduos maiores como plásticos e papéis melhorando o desempenho do tratamento e não danificar as próximas unidades de tratamento e depois por um tanque de equalização. O efluente passa então por remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica por meio de um flotador de ar dissolvido, constituindo tratamento físico químico. Como tratamento biológico, o efluente passa por um tanque de aeração seguido por um decantador (constituindo sistema de lodos ativados por aeração prolongada) e por últimos duas lagoas facultativas em série.

Como o software não dispõe de modelo para tratamento por meio de lagoas, o efluente foi analisado até a saída do decantador. Segundo a empresa as lagoas tem como função principal o resfriamento de águas quentes provenientes das caldeiras do que para tratamento, uma vez que na saída do decantador o efluente já sai satisfatoriamente tratado segundo as normas citadas.

O corpo receptor desse efluente tratado é de classe 2 (LONDRINA, 2015).

A figura 1 apresenta o layout simplificado da estação de tratamento de efluente industrial.

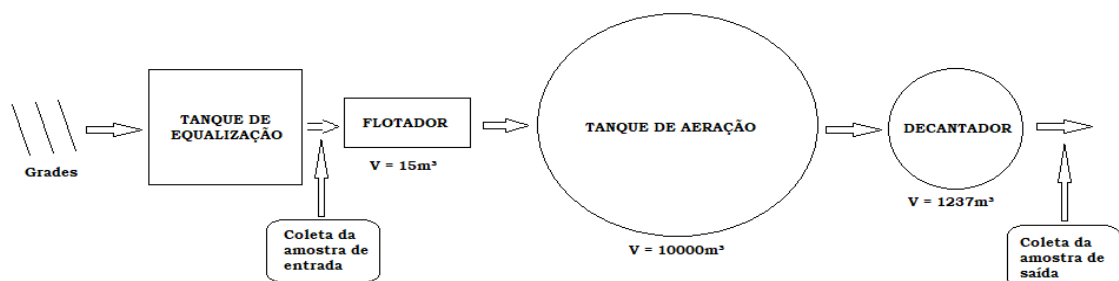


Figura 5 – Layout da Estação de Tratamento e volumes respectivos.

Fonte: Autoria própria.

Dados mais detalhados a respeito do sistema de tratamento são apresentados na tabela 1.

| Dados                                | Valores |
|--------------------------------------|---------|
| Vazão de entrada (m <sup>3</sup> /h) | 56,0    |
| DBO de entrada no flotador (mg/L)    | 1400,0  |
| DBO de saída do flotador (mg/L)      | 181,00  |
| DQO de entrada do flotador (mg/L)    | 2630,0  |
| DQO de saída do flotador (mg/L)      | 273,00  |

Tabela 1 – Dados vazão e análises de DBO e DQO.

Fonte: A autoria própria.

### 3 | APLICAÇÃO DE MODELAGEM POR MEIO DO SOFTWARE STOAT

Este estudo seguirá a seguinte metodologia de modelagem da estação de tratamento. Esta estrutura está baseada, principalmente, nas recomendações de Hulsbeek et al. (2002) e Makinia (2009) representada na Figura 3, além de contribuições de outros autores.

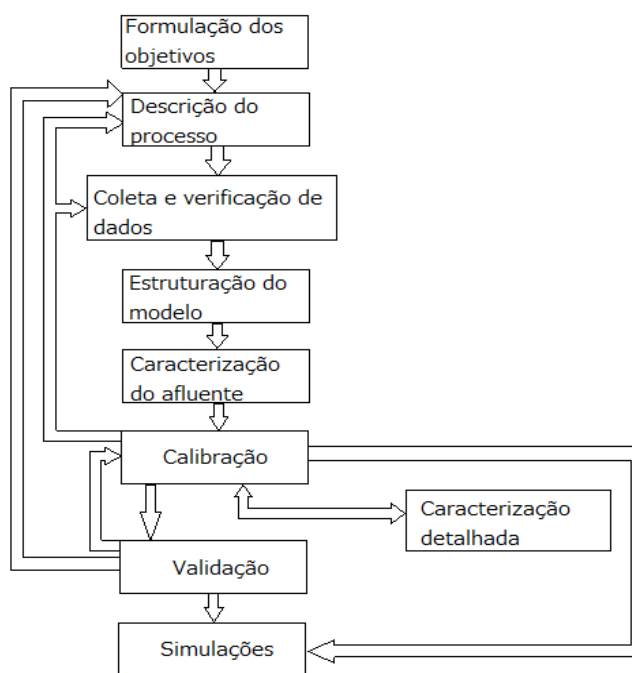


Figura 3 - Estrutura da metodologia de modelagem do sistema de tratamento de efluentes.

Fonte: Adaptado de HULSBEEK et al. (2002).

O modelo matemático utilizado foi calibrado e validado e foram feitas simulações com o objetivo de analisar o comportamento da estação em outros dois cenários de estudo: maior vazão do afluente e aumento de vazão de recirculação para o tanque

de aeração.

Marquot (2007) comenta a importância da consideração de que os resultados obtidos serão resultados de uma modelagem, podendo ser influenciados pelo processo de calibração ou até limitações do software ou de dados.

Os resultados devem ser interpretados cuidadosamente, como uma simples avaliação do sistema e de como o modelo pode produzir e prever informações.

Foram analisadas as seguintes variáveis ao longo do tratamento: demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio e o impacto da variação de vazão no desempenho do tanque de aeração.

## 4 | CALIBRAÇÃO

Primeiramente criou-se um novo trabalho no software STOAT adicionando-se as estruturas a serem analisadas e interligando-as por meio de *streams*. Foram adicionados então o afluente, o flotador de ar dissolvido (FAD) e sua saída de resíduos, o tanque de aeração e sua saída de lodo, o decantador secundário a saída de lodo e a recirculação de lodo e o efluente. Isso pode ser observado na Figura 4.

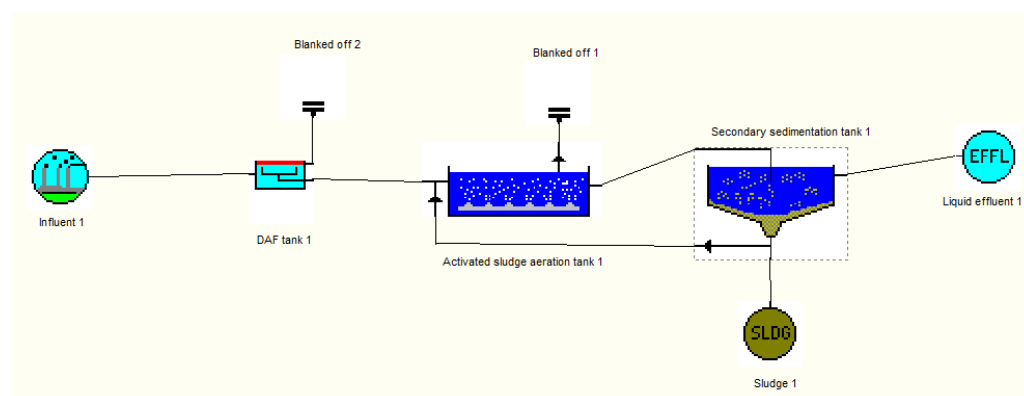


Figura 4 - Esquema virtual do sistema de tratamento.

Fonte: autoria própria.

O próximo passo foi verificar se todas as conexões estavam corretas e informar ao *software* as dimensões dos equipamentos e alguns parâmetros de funcionamento.

O modelo escolhido foi o industrial, sendo este o modelo utilizado na estação, com um volume de 15m<sup>3</sup> e profundidade aproximada de 1,5m.

Nas configurações do tanque de aeração devem ser inseridos nome, modelo de processo, volume, número de estágios, números de ciclo de *Mixed Liquor Suspended Solids* (MLSS). Como não há descarte de lodo no sistema, foi selecionada a opção “nenhum” (Figura 9).

O modelo matemático ASAL1, segundo os desenvolvedores do *software*, é o modelo padrão para a modelagem de lodos ativados. Incorpora oxidação, nitrificação

e desnitrificação, mas não considera a solubilização da DBO, assumindo que a DBO é hidrolisada rapidamente. Sendo o modelo mais simples entres os ASAL's, o ASAL1 foi escolhido para análise da DBO.

Terminados os ajustes preliminares, criou-se um *run* ou corrida com 20 dias de duração, que foi o tempo de detenção hidráulico total estimado pela empresa. O restante dos dados foi mantido como padrão do software são mantidos.

Dentro dessa corrida foi configurado o afluente do sistema com os dados fornecidos pela empresa. Primeiro foi realizado o teste para DBO, onde foram adicionados os valores de vazão de entrada e concentração de DBO, deixando outros valores no padrão, como pode ser visto na Figura 5.

Influent pattern [Default]

|                | Flow (m3/h) | Temperature (deg. C) | Soluble BOD (mg/l) | Particulate BOD (mg/l) | Volatile solids (mg/l) | Non-volatile solids (mg/l) | Ammonia (mg/l) | Nitrates (mg/l) |
|----------------|-------------|----------------------|--------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------|-----------------|
| Mean:          | 56.000000   | 15.000000            | 1400.000000        | 0.000000               | 180.000000             | 60.000000                  | 0.000000       | 0.000000        |
| Phase (h):     | 0.000000    | 0.000000             | 0.000000           | 0.000000               | 0.000000               | 0.000000                   | 0.000000       | 0.000000        |
| Amplitude (%): | 50.000000   | 0.000000             | 50.000000          | 50.000000              | 50.000000              | 50.000000                  | 50.000000      | 50.000000       |
| Frequency:     | 0.262161    | 0.000718             | 0.262161           | 0.262161               | 0.262161               | 0.262161                   | 0.262161       | 0.262161        |

Figura 5 - Criação do Afluente.

Fonte: autoria própria.

Assim, foi criado esse perfil com 480 horas de duração (20 dias). Para o modelo de perfil foi selecionado o senoidal, que permite que seja criada uma curva senoidal repetida de valores, ao longo das horas decorridas, podendo ser alterados fase, amplitude e frequência.

O próximo passo foi configurar cada equipamento dentro da corrida.

As condições iniciais do flotor foram mantidas no padrão do *software*, como indicado pelo manual, já que com tempo suficiente de execução o equilíbrio deve ser atingido.

Quanto a operação do flotor foram adicionados os valores de descarte de material e recirculação, sem nenhuma alteração posterior (Figura 6).

Operation data

|   |                                | Initial | Change 1 | Change 2 | Change 3 | Change 4 |
|---|--------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | Change at time (h):            | 0.00    | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00     |
| 2 | Desludge rate (% of inflow):   | 7.00    | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00     |
| 3 | Recycle flow (% of full flow): | 15.63   | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00     |

OK Cancel Reset Help

Figura 6 - Operação do flotor.

Fonte: autoria própria.

Como dados de calibração do efluente, o *software* pede o tamanho dos flocos



em microns ( $\mu\text{m}$ ) e indica ainda uma faixa de 500 a  $1000\mu\text{m}$  como sendo típica. Sendo assim utilizou-se a média de  $750\mu\text{m}$ , sendo a média entre os valores mínimo e máximo propostos pelo *software*.

As configurações de distribuição de fluxo do tanque de aeração foram deixadas no padrão já que são calculados de acordo com o número de estágios do tanque.

Em relação ao reciclo de *MLSS*, foi adicionado o valor de recirculação de  $120\text{m}^3/\text{h}$

Diferentemente das condições iniciais do flotador, para melhor calibração do processo, no caso do tanque de aeração foi adicionado a concentração de DBO de entrada no tanque, já que esse dado foi fornecido pela empresa e o restante dos dados foram mantidos no valor padrão.

As condições de calibração do processo e do efluente foram mantidas no padrão do *software*.

Os dados de operação do decantador dependem do descarte de lodo e da recirculação de parte dele para o tanque de aeração.

As condições iniciais, calibração do efluente e do processo foram deixados no padrão.

Nas mesmas condições do sistema foi feito uma simulação com a DQO também, porém utilizando o modelo IAWQ #1 para lodos ativados que, segundo os desenvolvedores do *software* é o modelo de lodos ativados padrão internacional baseado em DQO, sendo recomendado quando a DQO for o dado de entrada para as simulações.

Como pode ser visto na Figura 7, foi criado um novo perfil de afluente com foco na DQO.

Influent pattern [afluente 06out 2]

|                | Flow (m3/h) | Temperature (deg. C) | Volatile fatty acids (mg COD/l) | Soluble biodegradable COD | Soluble nondegradable COD | Particulate biodegradable COD | Particulate nondegradable COD | Volatile solids (mg/l) | Non-volatile solids (mg/l) |
|----------------|-------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Mean:          | 56.000000   | 15.000000            | 5.000000                        | 2630.000000               | 0.000000                  | 0.000000                      | 0.000000                      | 180.000000             | 60.000000                  |
| Phase (h):     | 0.000000    | 0.000000             | 0.000000                        | 0.000000                  | 0.000000                  | 0.000000                      | 0.000000                      | 0.000000               | 0.000000                   |
| Amplitude (%): | 50.000000   | 0.000000             | 50.000000                       | 50.000000                 | 50.000000                 | 50.000000                     | 50.000000                     | 50.000000              | 50.000000                  |
| Frequency:     | 0.262161    | 0.000718             | 0.262161                        | 0.262161                  | 0.262161                  | 0.262161                      | 0.262161                      | 0.262161               | 0.262161                   |

Close Save Save As Reset Help

Figura 7 - Afluente para simulação de DQO.

Fonte: autoria própria.

As configurações do flotador e do decantador foram as mesmas do teste com DBO. Já as configurações do tanque de aeração foram feitas da mesma forma, porém, especificando a DQO de entrada no tanque de aeração.

Para o terceiro teste, utilizou-se a mesma base do teste para DBO, porém com vazão de  $112\text{m}^3/\text{h}$  de entrada e para um quarto teste foi utilizado uma vazão de recirculação de  $240\text{m}^3/\text{h}$  ao invés de  $120\text{m}^3/\text{h}$ .

## 5 | RESULTADOS OBTIDOS

A análise dos dados, que consistiu em modelar a DBO e a DQO no efluente da indústria de laticínios, resultou em dados bem próximos da realidade como apresentado na Tabela 2.

|     | Concentração inicial<br>(mg/L) | Concentração final real<br>(mg/L) | Concentração final simulado<br>(mg/L) |
|-----|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| DBO | 1400                           | <3                                | 2,45                                  |
| DQO | 2630                           | <5                                | 3,84                                  |

Tabela 2 - Dados Reais x Dados da Simulação.

Fonte: autoria própria.

Considerando valores de 3mg/L e 5mg/L como sendo a pior hipótese, já que o valor real da análise é menor e por isso não foi detectado pelo método utilizado pela empresa, as discrepâncias foram de 0,55mg/L para DBO e de 1,16mg/L para DQO. Significando uma redução de 18% para DBO e 23% para DQO nos valores obtidos pelo *software* em relação a concentração final “real”.

O processo ao longo dos 20 dias pode ser observado na Figura 22, para a DBO e na Figura 23 para a DQO. Pode-se notar um comportamento sinusoidal em ambos, devido ao modelo de entrada do afluente no sistema, que foi configurado como sinusoidal, retratando maior realidade no processo, uma vez que a carga não é constante, dependendo muito dos produtos feitos no momento.

Vale ressaltar que o tempo no final do decantador não é de 20 dias, pois este tempo considera as lagoas ao final do sistema. Portanto, como mostram os gráficos, os valores de DBO e DQO ao final do decantador seria ainda menor.

Nota-se um aumento nas últimas médias de DBO, o que pode ter ocorrido devido ao fato do modelo utilizado não prever descarte de lodo do tanque de aeração, causando acúmulo do mesmo, resultando na queda da redução geral do parâmetro com o passar do tempo.



Figura 22 – Gráfico de concentração de DBO

Fonte: autoria própria.

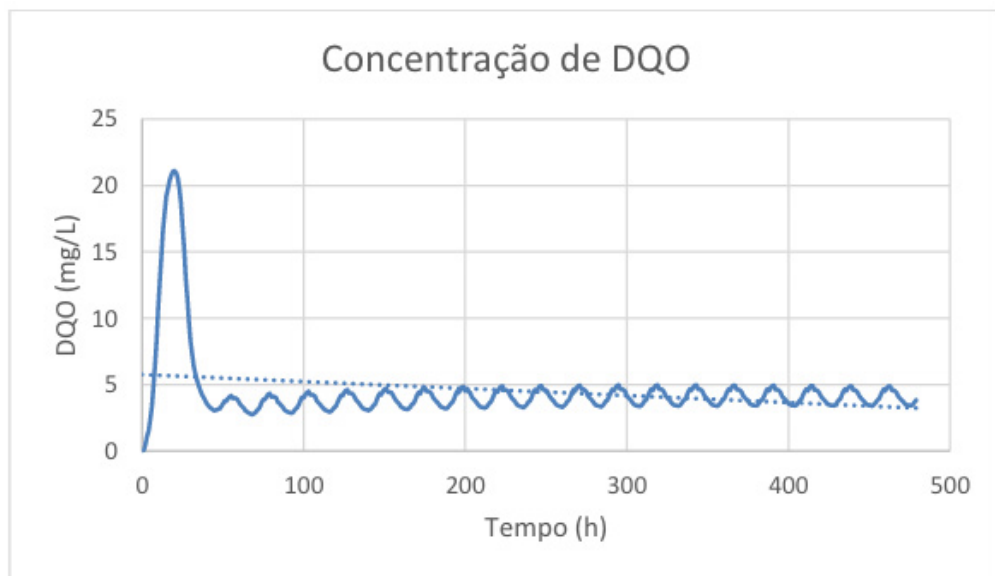


Figura 23 – Gráfico de concentração de DQO

Fonte: autoria própria.

Os picos nos dois gráficos ocorrem porque a primeira simulação considera que o sistema está começando do zero, então o sistema enche primeiro para depois começar o tratamento.

Como os dados obtidos nas simulações foram satisfatórios, não foi necessário calibrar nem adaptar os modelos utilizados. O único parâmetro que precisou de atenção foi a vazão de recirculação de lodo do decantador secundário para o tanque de aeração que, quando testado um valor muito alto, resultava em erro de simulação e o software fechava sem maiores detalhes sobre o erro.

No teste que foi feito dobrando a vazão de entrada, o *software* apresentou a mesma quantidade de DBO final obtida no teste com a vazão real do sistema. Isso pode ter acontecido devido ao volume do tanque de aeração que pode estar superestimado para a vazão atual de efluente produzido pela indústria.

Já no teste com dobro da vazão de recirculação de lodo o STOAT apresentou um erro e fechou quando foi clicado em “ok”. Uma causa provável seria a carga orgânica excessiva inserida no tanque de aeração com relação a seu volume.

Foi verificada melhor eficácia nas simulações quando foram analisados os parâmetros isoladamente, um em cada modelo mais adequado, como DBO no modelo ASAL1 e DQO no modelo IAWQ #1, criando um novo afluente para cada análise ao invés de criar um afluente só com todas as características.

Uma ferramenta útil durante o desenvolvimento do trabalho foi a descoberta da possibilidade de salvamento e envio de simulações de um computador para outro, via e-mail, através da compactação da pasta “database” localizada dentro da pasta de instalação do STOAT.

Neste trabalho foi constatado que a concentração de DBO no final do sistema provavelmente está dentro dos parâmetros estabelecidos pela CONAMA N° 430/2011, sendo o máximo permitido de 120mg/L e pela CEMA 70/2009 com máximo de 50mg/L. Uma vez que o *software* considera apenas a DBO solúvel na simulação, o valor final de DBO também é apenas a DBO solúvel. O valor de 120mg/L que consta nas resoluções do CONAMA e CEMA considera a DBO total, ou seja, DBO solúvel somada a DBO particulada. Porém, sendo o valor final do *software* de 3mg/L, é muito provável que mesmo somando ao valor de DBO particulada, não ultrapasse 120 e 50mg/L, respectivamente.

Foram feitos outros dois trabalhos no Brasil a respeito deste software também pelas condições mais facilitadas de aquisição.

A monografia intitulada “Análise da aplicabilidade do software WRc STOAT em um sistema de tratamento de esgoto”, visou verificar a aplicabilidade do software na análise de um sistema de lodos ativados real e obteve valores próximos no parâmetro DBO, mas alegou a necessidade de mais testes devido a dificuldade na apropriação do software. A simulação para DBO, avaliando apenas o tanque de aeração no *software* resultou em um valor 151,3mg/L menor que o valor do sistema real utilizado como base, sendo o valor do *software* 62,7mg/L e do sistema real, de 214mg/L.

A autora ressalta que foram feitos vários testes anteriores tendo como entrada todos os dados disponíveis a respeito do efluente (DBO solúvel, amônia, sólidos voláteis sedimentáveis e não sedimentáveis, sólidos não-voláteis sedimentáveis e não sedimentáveis) e que isso teria gerado erros não detalhados pelo *software*, por isso foram realizados testes com menos alterações e verificando os equipamentos de forma isolada (Souza, 2016).

Segundo Leite (2016), o *software* se demonstra mais efetivo quando utilizados os valores padrões sem estimar valores, adaptando empiricamente os valores até a calibração.

A dissertação “Aplicação de modelagem dinâmica ASAL1 e ADM1 em estações de tratamento de esgotos por lodo ativado e reatores UASB” de Morais (2018) objetivou testar o modelo ASAL1 para lodos ativados e ADM1 para Upflow Anaerobic Sludge

Blanket (UASB) variando (Tempo de Detenção Hidráulico) TDH, vazão e concentração de poluentes. O sistema de lodos ativados utilizado foi o mesmo do trabalho de Souza (2016) e o sistema UASB estava localizado no município de Andirá-PR em escala real e em operação.

Avaliando apenas a modelagem do sistema de lodos ativados, a fim de comparar o presente estudo, o autor configurou o afluente com dados de vazão, temperatura, pH, DBO, DQO, sólidos voláteis, sólidos não voláteis, amônia e oxigênio dissolvido, deixando os outros parâmetros como padrão. O autor repetiu o valor de DBO no campo DQO e justificou a decisão no fato de que existe outro modelo (IAWQ #1) para análise da DQO.

O valor de DBO total simulado foi de 59mg/L, próximo aos valores médios de 67mg/L resultantes do monitoramento do sistema piloto real. Porém os valores para sólidos suspensos tiveram discrepância de 30mg/L para menos em relação ao sistema real e as concentrações de amônia e nitrato resultaram em valores 15 e 5mg/L acima dos valores reais, respectivamente. O estudo ainda frisou que o *software* possui muitos parâmetros limitados que podem ser avaliados devido aos modelos matemáticos utilizados (MORAIS, 2018).

O artigo “Dynamic simulation of activated sludge based wastewater treatment processes: Case studies with Titagarh Sewage Treatment Plant, India” por Sarkar et al. (2010) objetivou, na sua primeira parte, utilizar o *software* STOAT para simular o tratamento de esgoto real da cidade de Titagarh, na Índia e validar a simulação com os dados reais (temperatura, DQO solúvel e particulada, sólidos voláteis e não voláteis, amônia, nitratos, nitrogênio solúvel e fósforo solúvel) da análise do efluente da estação. O sistema real é formado por um sistema de lodos ativados com um tanque de aeração com dois estágios e um decantador secundário e foi testado com os modelos IAWQ #1 para o tanque de aeração (os modelos ASAL não suportam a modelagem de afluentes com fósforo em sua composição) e o modelo Tacacs para o decantador secundário.

Na segunda parte, os autores sugeriram outros 4 sistemas de tratamentos para o mesmo afluente: por processo Bardenpho, processo Bardenpho modificado com zona aeróbica dividida em 3 partes, um sistema formado pelo processo Bardenpho com pré separação entre uma zona puramente autotrófica a fim de diminuir o aumento posterior de amônia e um último sistema da mesma forma que o anterior, porém, com dois processos Bardenpho em paralelo. Com a simulação dessas 4 hipóteses, os autores encontraram como a melhor alternativa ao tratamento atual, o último teste (SARKAR et al., 2010).

O estudo foi o primeiro a validar o uso do *software* em um local de clima tropical, uma vez que ele foi desenvolvido para o clima do Reino Unido. Com base neste estudo, percebe-se a viabilidade de utilizar o *software* e os modelos citados para o clima subtropical também.

## 6 | CONCLUSÕES

Com este estudo foi possível verificar a viabilidade da utilização dos modelos ASAL1 e IAWQ #1 na modelagem do sistema de lodos ativados estudado, por meio da obtenção de valores finais dos parâmetros DBO e DQO satisfatórios.

Sugere-se, contudo, para estudos brasileiros, a análise de sistemas de lodos ativados com mais parâmetros a fim de observar a interação entre eles e verificar a eficácia do *software* nesse contexto, além de estudar os modelos a fundo de forma a utilizar com propriedade os parâmetros pedidos pelo *software*.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, **Resolução CONAMA nº430**, de 13 de maio de 2011. Condições e padrões de lançamentos de efluentes. Publicado no D.O.U.

BRIÃO, V. B. **Estudo de Prevenção à Poluição de Resíduos Líquidos em uma Indústria de Laticínios**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, 2000.

CETESB. **Guia Técnico Ambiental de Produtos Lácteos** – Série P + L. 2006.

DEBIASI, Ronaldo. **Aplicação do Modelo ASM1 em uma ETE de Lodos Ativados**. 2012. 113 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

GERNAEY K. V., LOOSDRECHT M. C. M., HENZE M., LIND M., JØRGENSEN S. B. **Activated sludge wastewater treatment plant modelling and simulation: state of the art** Environmental Modelling & Software, v.19, 763–783, 2004.

HULSBEEK, J.J.W., KRUIT, J., ROELEVELD, P.J., VAN LOOSDRECHT, M.C.M. A practical protocol for dynamic modelling of activated sludge systems. **Water Science Technology**, v.45, n. 6,127–136, 2002.

Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná – ITCG. **Clima – Estado do Paraná**. Disponível em: <[www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos\\_DGEO/Mapas\\_ITCG/PDF/Mapa\\_Climas\\_A3.pdf](http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Mapa_Climas_A3.pdf)>. Acesso em: 11 nov. 2017.

IWA PUBLISHING. **Activated Sludge Process**. Disponível em: <<https://www.iwapublishing.com/news/activated-sludge-process>>. Acesso em: 21 set 2018.

LACERDA, R. S., MARQUES, S.F.S, BRANDÃO, C.C.S. (1998). **A influência do pH de coagulação e do tempo de floculação na flotação por ar dissolvido de águas de baixa turbidez e com presença de algas**. 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

LEITE, Laís Daleffe. **Simulação de um Sistema de Tratamento de Águas Residuais de Lamas Ativadas**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Escola Superior Agrária – Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2016

LEME, Edson José de Arruda. **Manual prático de tratamento de águas residuárias**. São Carlos: EdUFSCar, 2010.

LONDRINA. Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Londrina – PR**. Renovação do PMSB – 2015.



MAGANHA, M. F. B. **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Produtos Lácteos**. São Paulo. CETESB, 2006; p. 95. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 10 set. 2018.

MAKINIA, J. **Mathematical Modelling and Computer Simulation of Activated Sludge Systems**. IWA Publishing, London, UK, 2009, 387 p.

MARQUOT A. **Modelling nitrogen removal by activated sludge on fullscale plants: Calibration and evaluation of ASM1**. 2006. 307p. Tese (Doutrado em Ciências Exatas e suas Aplicações - Cemagref de Bordeaux REBX – UPPA).

MORAIS, Thiago A. **Aplicação de modelagem dinâmica ASAL1 e ADM1 em estações de tratamento de esgotos por lodo ativado e reatores UASB**. 2018. 107 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovações Tecnológicas) – Programa de Pós-Graduação em Inovações Tecnológicas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2018.

PARANÁ, **Resolução CEMA n°70**, de 11 de agosto de 2009. Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece condições e critérios e dá outras providências, para Empreendimentos Industriais.

SARKAR, Ujjaini; DASGUPTA, Dwaipayan; BHATTACHARYA, Trina; PAL Sandip; CHAKROBORTY, Tamaghna. Dynamic simulation of activated sludge based wastewater treatment processes: Case studies with Titagarh Sewage Treatment Plant, India. **Desalination**. v. 252, p. 120-126, 2010.

SILVA, D. J. P., **Resíduos na Indústria de Laticínios**. Universidade Federal de Viçosa: Departamento de Tecnologia de Alimentos, 20 p. Viçosa, Minas Gerais, 2011.

SOUZA, Thais Padilha de. **Análise da aplicabilidade do software WRc STOAT em um sistema de tratamento de esgoto**. 2016. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

Stokes, A. J.; Forster, C. F.; West, j. R. e Davies, W. J. Stoa and the Oxygen Requirements of an Activated Sludge Plant, **Environmental Technology**, 1223-1231, 2010.

VON SPERLING, Marcos von. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

## COMPORTAMENTO MECÂNICO DE COMPÓSITOS VERDES DE MATRIZ EPÓXI/POLIÉSTER REFORÇADOS COM LUFFA CYLINDRICA

**Bruno Dorneles de Castro**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Belo Horizonte – Minas Gerais

**Claudia Victoria Campos Rubio**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Belo Horizonte – Minas Gerais

**Julia Amaral dos Santos**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Belo Horizonte – Minas Gerais

**Luciano Machado Gomes Vieira**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Belo Horizonte – Minas Gerais

**Juan Carlos Campos Rubio**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Belo Horizonte – Minas Gerais

**RESUMO:** O aumento populacional implica no aumento da demanda por produtos, o que torna necessária a busca por diversos métodos de produção sustentável, caracterizados pela redução do uso de fontes convencionais e não renováveis. Por outro lado, os materiais compósitos têm ganhado grande destaque no cenário industrial, uma vez que possibilitam combinações de diversas propriedades mecânicas, sendo base para incríveis aplicações, sobretudo em setores que necessitam de avançada tecnologia. Além disso, a substituição das tradicionais fibras

sintéticas por fibras naturais, como reforço de compósitos, tem sido foco de diversas pesquisas, devido à importância de se utilizar materiais sustentáveis, que considerem a importância do ciclo de vida de um produto na preservação do planeta. Este trabalho tem como objetivo caracterizar o comportamento mecânico de compósitos de matriz polimérica, reforçados com bucha vegetal Luffa Cylindrica. Foram definidas quatro combinações experimentais, utilizando duas resinas, epóxi e poliéster, sendo reforçadas por duas ou três camadas de buchas, a fim de avaliar a influência do tipo de resina e do número de camadas nos resultados dos testes. Para a análise do comportamento mecânico dos compósitos, foram realizados testes de flexão, tração e impacto Charpy. O uso de duas camadas de fibra vegetal Luffa Cylindrica, contribuiu para um aumento nas resistências à flexão e à tração dos compósitos. Os compósitos com resina epóxi apresentaram maior resistência à tração e menor resistência ao impacto, em comparação com os compósitos de matriz poliéster.

**PALAVRAS-CHAVE:** Compósitos de matriz polimérica, Fibras naturais, Luffa Cylindrica.

**ABSTRACT:** The increase in population implies an increase of demand for products, which makes it necessary to search for various methods of sustainable production, qualified

by the less use of conventional and non-renewable sources. On the other hand, composite materials have won great prominence in the industrial scenario, since they allow various mechanical properties combinations providing incredible applications, especially in sectors that need advanced technology. Besides that, the replacement of usual synthetic fibers with natural fibers as reinforcement for the composites, has been the focus of several researches, due to the value of using sustainable materials, which considers the matter of the product's life cycle that impacts the planet. This work aims to feature the mechanical behavior of a polymer matrix composite that is reinforced with natural fibres, *Luffa Cylindrica*. Four experimental combinations were defined, using two resins, epoxy and polyester, reinforced by two or three layers of natural fibres, to measure the influence of the type of the resin and the number of layers in the tests results. To analyzing the mechanical behavior flexural, tensile and impact tests were performed. The use of two layers of vegetable fibres contributed to an increase in flexural and tensile strength. The epoxy resin composites showed higher tensile strength and lower impact resistance compared to polyester composites matrix.

**KEYWORDS:** Polymer Matrix Composites, Natural Fibers, *Luffa Cylindrica*.

## 1 | INTRODUÇÃO

Há um grande interesse mundial pelo desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitem a utilização de produtos com menor impacto ambiental e que atendam às necessidades das indústrias. Por esse motivo, o desenvolvimento de pesquisas com materiais compósitos tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, uma vez que possibilita a combinação de propriedades de diferentes materiais, podendo fomentar a mentalidade sustentável nos mais variados âmbitos da cadeia produtiva de um determinado produto (OMRANI; MENEZES; ROHATGI, 2016).

Nesse contexto, o uso de fibras naturais como material de reforço em compósitos representa uma boa forma de se considerar o uso de uma fonte renovável, de natureza abundante, como um insumo na fabricação de um produto. Sua biodegradabilidade e combustão sem produzir gases nocivos ou resíduos sólidos contribuem para um ecossistema mais saudável, influenciando positivamente na vida de gerações futuras (MARINELLI et al., 2008).

As fibras naturais são caracterizadas por possuir baixo peso e baixo custo, e seu uso em substituição às fibras sintéticas tradicionais, como fibras de vidro e de aramida, tem sido maciçamente investigado, resultando em diversas possibilidades de aplicações, de acordo com o novo desempenho mecânico alcançado (ADEKOMAYA et al., 2017).

A *Luffa cylindrica* (LC), popularmente conhecida como bucha (Figura 1), é uma planta subtropical, abundante no território Chinês, Japão e em outros países da Ásia, bem como em países da América Central e do Sul. Sua fruta tem um sistema vascular que, quando seca, se arranja em uma manta tridimensional natural. O uso de bucha como reforço em compósitos de matriz polimérica apresenta como grande vantagem a

característica de manta natural contínua dessa fibra (BOYNARD & d'ALMEIDA, 2000; NAGLIS & d'ALMEIDA, 1994).



Figura 1 – Luffa cylindrica adulta (Lider Agronomia, 2016)

Em geral, as características da esponja de LC que se destacam são o baixo custo, a não toxicidade, a estabilidade física e química durante a expectativa de vida, a biodegradabilidade após eliminação em condições de compostagem e, como já citado, a abundância na natureza (KAEWTATIP & THONGMEE, 2012). Esses recursos garantem a viabilidade comercial da LC esponja e o fornecimento fácil, promovendo-o como um produto sustentável.

As resinas têm como fim atuar como adesivo, ou seja, fazer com que o material atinja sua resistência própria em um dado instante, apresentando excelente resistência química, alta capacidade de liga e resistência mecânica final muito elevada (COSTA et al., 2015). Por esse motivo, a adesão interfacial entre a resina e o material de reforço é determinante nas propriedades mecânicas do compósito constituído por essas fases (AHMAD; LUYT, 2012).

As resinas epóxi (etoxileno) são as que contêm o grupo epoxílico, derivadas da epiclórídria e bisfenol A. São provenientes de gases petrolatos e a da condensação de fenol com acetona, respectivamente (PIRES et al., 2005). Elas, por si só, não apresentam características físicas para utilização prática, devendo ser combinadas em sistemas com outros materiais. Para tanto, se utilizam catalisadores que possuem em suas moléculas hidrogênio ativo, o qual reage com as resinas gerando uma “formulação epóxi” (COSTA et al., 2015).

As resinas poliéster são compostos orgânicos derivados de petróleo que passam do estado líquido para o sólido através da polimerização. Tais resinas constituem-se em um dos polímeros termofixos mais largamente usados na indústria visto sua grande versatilidade e suas boas propriedades mecânicas, por um custo relativamente baixo (AQUINO, 2003).

Este estudo tem como objetivo caracterizar o comportamento mecânico de compósitos de matrizes epóxi e poliéster, reforçadas com Luffa Cylindrica (LC). Testes

de flexão em três pontos, tração e impacto Charpy foram realizados, a fim de investigar a influência do número de camadas de bucha como reforço no módulo de elasticidade e na resistência à sollicitação mecânica de cada teste.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Condições experimentais

Neste trabalho, foram definidas quatro condições experimentais, variando o fator número de camadas de Luffa Cylindrica (duas ou três camadas) e o fator tipo de resina (epóxi ou poliéster), a fim de analisar as propriedades mecânicas obtidas nos testes de tração, flexão e impacto. A Tabela 1 traz um resumo das condições experimentais definidas neste trabalho.

| Condição experimental | Tipo de resina | Número de camadas de Luffa Cylindrica |
|-----------------------|----------------|---------------------------------------|
| EP_2C                 | Epóxi          | Duas                                  |
| EP_3C                 | Epóxi          | Três                                  |
| PO_2C                 | Poliéster      | Duas                                  |
| PO_2C                 | Poliéster      | Três                                  |

Tabela 1 – Condições experimentais do estudo

A fabricação dos corpos de prova e a realização dos experimentos foram realizados de maneira totalmente aleatória. A fim de evitar distorções nos resultados encontrados, os outliers não foram considerados nas análises estatísticas, que foram realizadas com o auxílio do software Minitab 17®.

### 2.2 Processo de fabricação dos compósitos

Os compósitos foram fabricados em molde através de compressão para obtenção de placas planas, com superfícies homogêneas, de modo a possibilitar a construção de corpos de prova. Todas as etapas da confecção das placas dos compósitos ocorreram no Grupo de Inovação e Tecnologia em Materiais (GITEM), laboratório da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Inicialmente, as buchas, que apresentavam uma espessura média estimada em 2 mm foram cortadas nas dimensões 16 x 20 mm (largura x comprimento), definindo assim as dimensões padrão de uma camada (Figura 2a).

Para o preparo da resina epóxi, utilizou-se a proporção mássica indicada pelo fornecedor de 1/10 de catalisador/resina. Para a fabricação dos compósitos, foi definida a proporção volumétrica de 70/30 de resina/bucha, considerando densidades da fibra vegetal e das resinas. Além disso, foi possível perceber que, com tais proporções, uma espessura média de 4 mm era obtida, sendo esta espessura ideal para os testes mecânicos a serem realizados.



Para a moldagem dos compósitos na forma de placa, foi construído um molde retangular, composto por duas chapas de aço (Figura 2b), que foram revestidas com tecidos de Armalon®, composto de Teflon, um material desmoldante, a fim de evitar a interação química das resinas com as placas e de facilitar a remoção e a limpeza do molde após a fabricação do compósito.

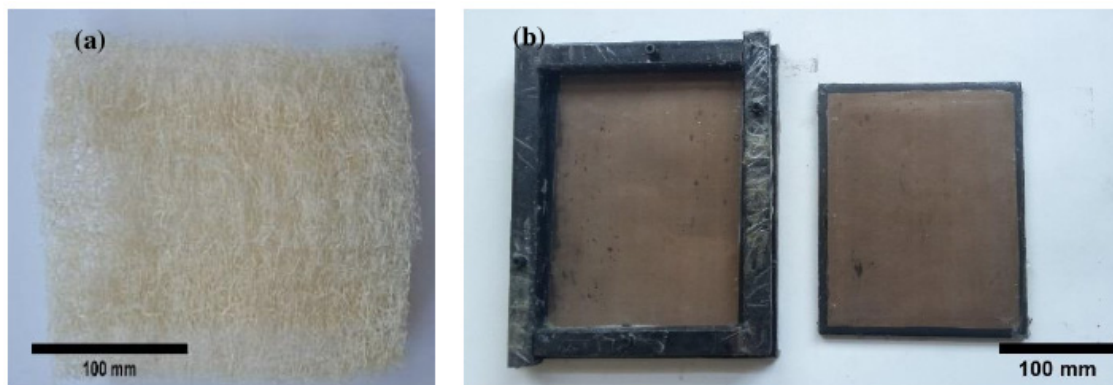


Figura 2 – Em (a) Luffa cylindrica “bucha” processada e (b) molde para a confecção dos compósitos

As resinas foram misturadas com as camadas de bucha dentro do molde citado, e foram submetidas a uma pressão a frio de 5 Kgf/cm<sup>2</sup>, por meio de uma prensa hidráulica do tipo BOVENAU-P15500. Os compósitos ficaram prensados por 48 horas, a uma temperatura média de 25 ± 2 °C e umidade relativa do ar de 60%. Retirados os compósitos da prensa, estes foram mantidos a temperatura de 25 ± 2 °C por 7 (sete) dias para cura completa, antes de serem cisalhados e moldados em corpos de prova para os testes mecânicos.

### 2.3 Ensaios mecânicos

Os ensaios mecânicos foram realizados no Centro de Inovação e Tecnologia em Compósitos (CITec) da Universidade Federal de São João del-Rei. Os ensaios de flexão em três pontos e de tração foram realizados por meio de uma máquina universal de ensaios da Shimadzu, modelo AG-X Plus.

Os ensaios de flexão foram realizados com base na norma ASTM D790-17 (2017). Foram construídos 10 (dez) corpos de prova para cada uma das quatro condições experimentais, cada um com largura aproximada de 76 mm, comprimento aproximado de 1,3 m e espessura aproximada de 4 mm. Com base na espessura, a distância entre os vãos foi de 64 mm. A velocidade do ensaio foi de 1 mm/min. As propriedades de módulo de elasticidade na flexão, resistência à flexão e deslocamento máximo da máquina até a fratura foram obtidas com o auxílio do software TrapeziumX®.

Os ensaios de tração, por sua vez, ocorreram com base na norma ASTM D3039-17 (2017). Um total de 5 (cinco) corpos de prova foram ensaiados para cada condição experimental, que tiveram um comprimento de 16 mm, largura de 1,9 mm e espessura



aproximada de 4 mm. O comprimento útil dos corpos de prova foi de 100 mm, e a uma velocidade do ensaio foi de 1 mm/min. Assim como nos ensaios de flexão, os valores de módulo de elasticidade na tração, resistência à tração e deformação até a ruptura foram obtidos com o auxílio do software TrapeziumX<sup>®</sup>.

Os ensaios de impacto Charpy, por sua vez, foram realizados com base nas normas ASTM D6110-18 (2018), em uma máquina XJJ-50 Series (Figura 5), com um pêndulo de 15 J e velocidade de 3,8 m/s. Os corpos de prova tiveram um comprimento de 80 mm, largura de 10 mm e espessura aproximada de 4 mm. Foram construídos 10 (dez) corpos de prova de cada condição, a fim de avaliar a energia absorvida ao impacto Charpy dos compósitos.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os compósitos apresentaram um comportamento frágil, característico de polímeros termorrígidos, no momento das fraturas, relacionadas às solicitações mecânicas dos ensaios. A adesão interfacial dos compósitos influencia diretamente na transmissão de cargas mecânicas. No caso das fibras naturais, como a bucha, há a existência de grupos funcionais hidroxilas, que conferem às fibras uma característica hidrofílica (polar), que se contrasta com as resinas poliméricas hidrofóbicas (apolares), favorecendo a propagação de trincas (HOTO et al., 2014; BARBHUIYA et al., 2016).

Com base nos resultados dos testes mecânicos realizados, a Tabela 2 mostra a média e o desvio-padrão de cada propriedade mecânica avaliada.

| Condição | Flexão                       |                   |                          | Tração                       |                   |                              | Impacto     |
|----------|------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------|
|          | Módulo de elasticidade (GPa) | Resistência (MPa) | Deslocamento máximo (mm) | Módulo de elasticidade (GPa) | Resistência (MPa) | Deformação até a ruptura (%) | Energia (J) |
| EP_2C    | 0,84±0,03                    | 24,39±1,69        | 2,78±0,56                | 1,04±0,47                    | 22,54±2,73        | 0,85 ± 0,30                  | 0,31±0,02   |
| EP_3C    | 1,08±0,05                    | 18,94±1,87        | 5,13±1,01                | 1,71±0,45                    | 15,90±1,73        | 1,67 ± 0,07                  | 0,31±0,03   |
| PO_2C    | 1,20±0,04                    | 19,55±3,67        | 1,91±0,36                | 1,48±0,44                    | 10,93±1,67        | 2,51 ± 0,02                  | 0,32±0,06   |
| PO_3C    | 1,43±0,06                    | 15,97±1,66        | 2,70±0,50                | 2,82±0,41                    | 10,54±2,69        | 0,65 ± 0 02                  | 0,73±0,12   |

Tabela 2 – Resultados obtidos através dos ensaios mecânicos

A partir dos ensaios de flexão, verificou-se que os compósitos com resina poliéster apresentaram uma rigidez à flexão maior (maior módulo de elasticidade) que os compósitos com resina epóxi (Fig. 3a). Sugere-se a interferência de fatores como a afinidade química entre cada tipo de resina e a bucha, além das propriedades de cada tipo de resina, como a massa molar e a densidade de ligações cruzadas, que variam conforme os parâmetros de fabricação da resina e afetam diretamente em seu comportamento mecânico (UMBOH et al., 2014; PISTOR, SOARES, MAULER, 2016).

A adição de uma terceira camada de bucha resultou em um aumento na rigidez dos compósitos, o que mostra que a fibra contribuiu para o enrijecimento da estrutura

polimérica. Luo et al. (2016) verificaram em um estudo de compósitos com resinas epóxi reforçadas com fibras de sisal que a variação no teor de reforço pode influenciar positiva ou negativamente nas propriedades de flexão desses compósitos, uma vez que a rigidez desses materiais depende da densidade de ligações cruzadas e da massa molar da resina utilizada.

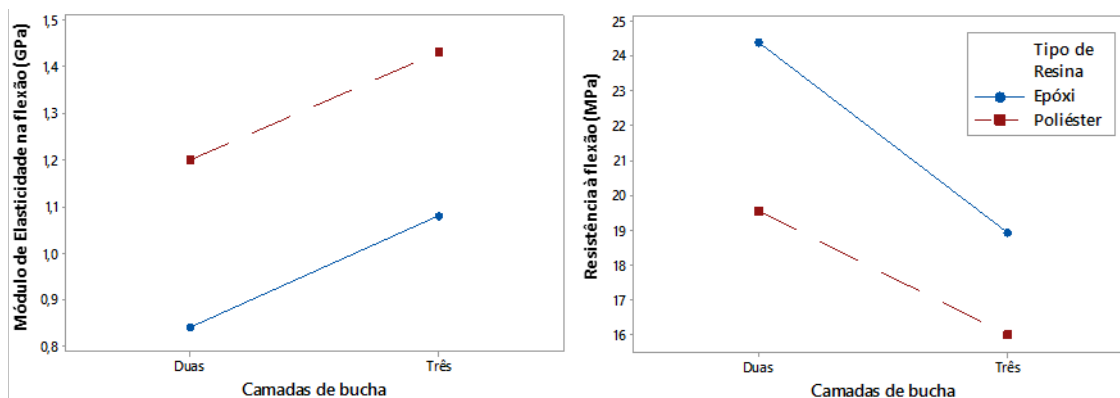


Figura 3 – Gráfico de interações para (a) módulo de elasticidade na flexão e (b) resistência à flexão dos compósitos

A resistência à flexão, por sua vez, diminui com a adição de mais uma camada de bucha (Fig. 3b), em ambas as resinas, devido à problemas de adesão interfacial. Aumentando a quantidade de bucha de reforço, aumenta-se o contato superficial entre as fases, o que pode acarretar na formação de um material mais heterogêneo. Quando a adesão interfacial é fraca, as trincas podem se propagar mais facilmente. Pelos resultados, a adição de uma terceira camada de bucha resultou na diminuição da capacidade do material em resistir aos esforços cisalhantes na interface matriz e fibra. Por esse motivo, para um aumento na resistência com o aumento no teor de fibras, pode-se considerar o uso de tratamentos químicos na bucha, para aumentar a rugosidade superficial e diminuir a hidrofobicidade de sua estrutura (DOAN, BRODOWSKY, MÄDER, 2012; AHMAD, LUYT, 2012).

A Figura 4 mostra a curva força por deslocamento de exemplos de cada condição experimental. Percebe-se que os compósitos com três camadas de bucha tiveram maior deformação, com menores módulos de força aplicada, em comparação com os compósitos com duas camadas de bucha.

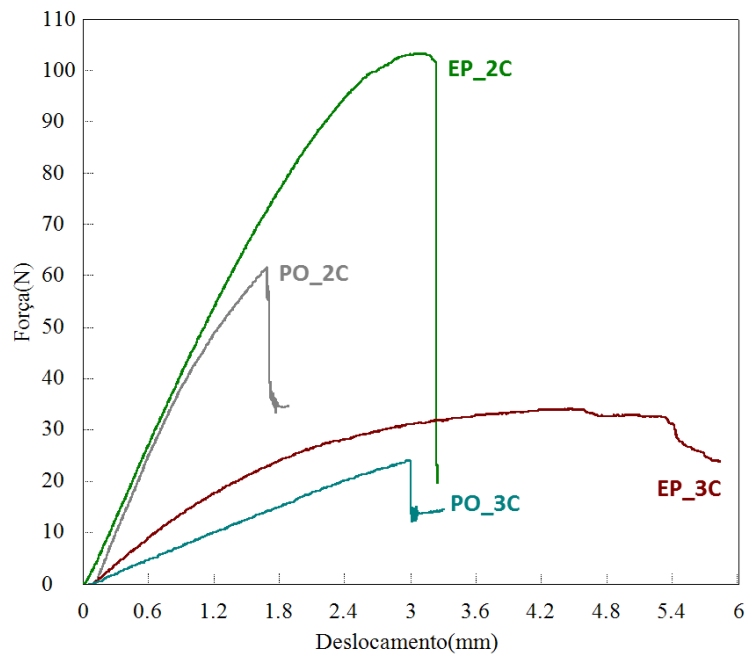


Figura 4 – Curvas força por deslocamento das condições experimentais, obtidas nos testes de flexão

Com relação aos resultados dos testes de tração, observou-se uma tendência semelhante àquela encontrada nos resultados dos testes de flexão, no qual há uma módulo de elasticidade superior nos compósitos com resina poliéster (Fig. 5a). Destaca-se a possibilidade de influência das propriedades mecânicas de cada resina isoladamente, sendo evidente uma maior rigidez à tração no caso da resina poliéster. Contudo, ressalta-se que as propriedades mecânicas desses polímeros variam de acordo com seus parâmetros de fabricação (CROSSLEY, SCHUBEL, STEVENSON, 2014).

Houve também um aumento no módulo de elasticidade com a adição de mais uma camada no compósito. As propriedades mecânicas dos compósitos são basicamente resultantes de combinações das propriedades mecânicas de cada componente isoladamente, o que se faz inferir que o aumento no teor de bucha pode resultar no aumento da rigidez do material (POTHAN et al., 2008).

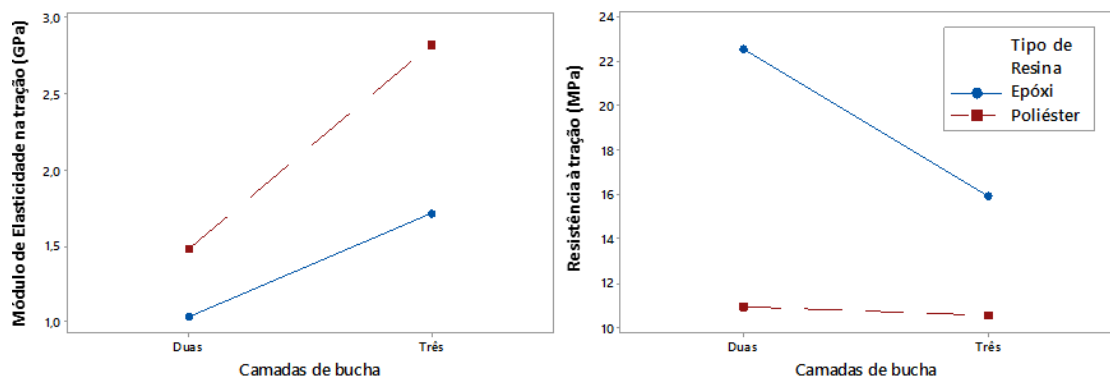


Figura 5 – Gráfico de interações para (a) módulo de elasticidade na tração e (b) resistência à tração dos compósitos

A resistência à tração dos compósitos (Fig. 5b) foi maior com o uso da resina epóxi, independentemente do número de camadas de bucha. Além disso, a adição de uma terceira camada de bucha diminuiu a resistência à tração, sugerindo problemas de adesão interfacial. Esse decréscimo na resistência à tração também foi verificado no estudo de Mohanta e Acharya (2015), que analisou esse comportamento em compósitos de resina epóxi reforçados com bucha vegetal. A superfície de uma fibra natural é comumente lisa e hidrofílica, o que pode lhe conferir dificuldades em resistir à cargas mecânicas, quando estão como reforço de compósitos poliméricos (OLIVEIRA et al., 2017).

A Figura 6 mostra a curva tensão por deformação para ensaios de tração das condições experimentais. É possível perceber que a deformação até a ruptura variou sem uma tendência clara entre os fatores. Isso se mostra evidente quando a transmissão das cargas entre as fases não é precisa, devido à problemas de adesão interfacial (MOHANTA, ACHARYA, 2015).

Através dos ensaios de Impacto Charpy (Figura 7), verificou-se que a condição com resina poliéster com três camadas de bucha apresentou uma maior absorção de energia ao impacto que as demais condições, o que mostra que houve uma boa interação entre essa resina e o uso de três camadas de bucha, considerando a solicitação mecânica de impacto imposta.

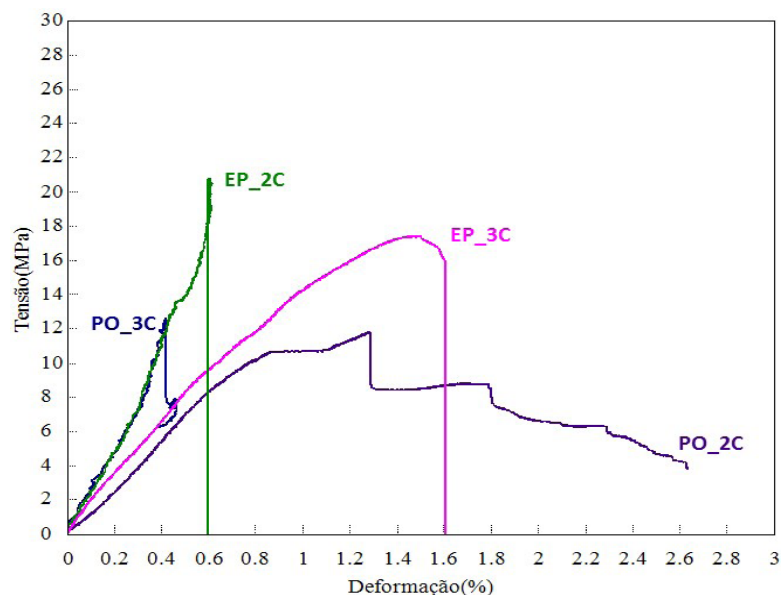


Figura 6 – Curvas tensão por deformação em ensaios de tração dos compósitos

No caso dos compósitos com resina epóxi, não foi verificada uma alteração evidente na capacidade de absorção de energia, considerando os parâmetros utilizados nesse ensaio. Salienta-se também a importância da viscosidade dos polímeros, uma vez que o escoamento por entre as lacunas existentes na estrutura física da bucha possibilita uma absorção mais uniforme da resina pelas fibras vegetais

(POLYCHRONOPOULOS et al., 2016).

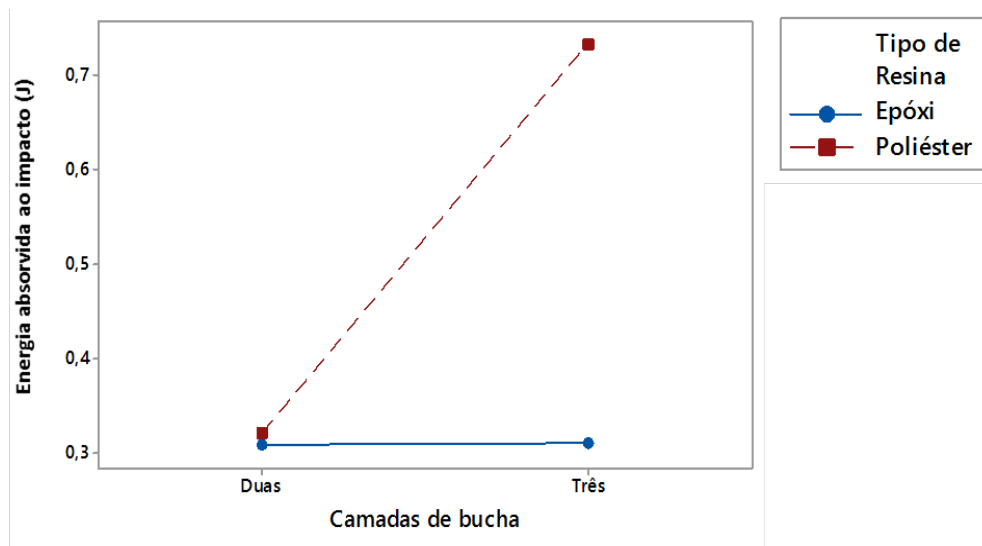


Figura 7 – Gráfico de interações da energia absorvida ao impacto Charpy dos compósitos

Nas análises das fraturas dos compósitos foram observadas fraturas típicas de quebra da matriz, arrancamento de fibras, ponte de fibras e ruptura de fibras como podemos observar nas imagens da Tabela 3.

Li, Mai e Ye (2005) afirmam que problemas, como delaminações e arrancamento de fibras, visíveis na fratura de compósitos, são oriundas de problemas de adesão interfacial, uma vez que as trincas se propagam severamente quando a adesão entre as fases não é suficiente para evitá-las. Além disso, os autores ressaltaram a influência de forças cisalhantes no interior desses compósitos, que são determinantes na transferência de cargas no interior desses materiais.







| Condição | Tração  | Flexão em 3 pontos   | Impacto Charpy  |
|----------|---|--|---|
| EP_2C    |  |  |  |
| EP_3C    |  |  |  |



Tabela 3 - Fraturas dos compósitos em ensaios de tração, flexão e impacto

## 4 | CONCLUSÃO

Motivado por estruturas de baixa densidade e baixo peso com menor impacto ambiental, o uso de compósitos reforçados com *Luffa Cylindrica* pode representar uma alternativa interessante para o Brasil em várias aplicações, como nas indústrias automotivas e de construção civil. Além disso, a facilidade de cultivo, a resistência às intempéries e o curto ciclo de maturação dessa bucha favorece sua produção em larga escala, o que incentiva economicamente sua utilização pelo mercado industrial.

Por meio deste trabalho, foi possível concluir que a utilização de buchas (*Luffa cylindrica*) como reforço de matrizes epóxi e poliéster é uma forma válida, na tentativa de substituir fibras sintéticas tradicionais, pois o material compósito final possui propriedades mecânicas que possibilita a sua aplicação como material estrutural.

Além disso, a utilização de três camadas de buchas, como reforço, resulta em um aumento no módulo de elasticidade na flexão e na tração, se comparado aos compósitos com apenas duas camadas de bucha. Os compósitos com matriz de epóxi apresentaram maior resistência à tração e menor resistência ao impacto que os compósitos de matriz poliéster, o que evidencia a diferença no comportamento mecânico de cada resina, com base nos testes realizados.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGMEC) da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

ADEKOMAYA, O; JAMIRU, T.; SADIKU, R.; HUAN, R. Negative impact from the application of natural



fibers. **Journal of clean production**, v. 143, p. 843-846, 2017.

AHMAD, E. E. M.; LUYT, A. S. Effects of Organic Peroxide and Polymer Chain Structure on Mechanical and Dynamic Mechanical Properties of Sisal Fiber Reinforced Polyethylene Composites. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 125, p. 2216-2222, 2012.

AQUINO, R. C. M. P. **Desenvolvimento de compósitos de fibras de piaçava da espécie attalea funifera mart e matriz de resina poliéster**. 2003. 151 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Materiais), Universidade Estadual do Norte Fluminense, Centro de Ciência e Tecnologia, Campos dos Goitacazes, 2003.

ASTM D3039 / D3039M-17, **Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017.

ASTM D6110-18, **Standard Test Method for Determining the Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018.

ASTM D790-17, **Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017.

BARBHUIYA, A. H.; CHOUDHURY, S.; U. ISMAIL, K. Characteristics of murta bast fiber reinforced epoxy composites. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 133, n. 43, 2016.

BOYNARD, C. A.; D'ALMEIDA, J. R. M. Morphological characterization and mechanical behavior of sponge gourd (*luffa cylindrica*)–polyester composite materials. **Polymer-Plastic Technology. & Engineering**, v. 39, p.489, 2000.

COSTA, L. A.; DIAS, R.; MACHADO, R. A. F.; FREITAS, F.; CZIZEWESKI, T.; WILMSEN, J.; Desenvolvimento de tinta epóxi base água com alta resistência e ação bacteriana”, p. 13800-13807. **Anais...** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, XX, v.1, n.2, São Paulo, Blucher, 2015.

CROSSLEY, R.; SCHUBEL, P.; STEVENSON, A. Furan matrix and flax fibre as a sustainable renewable composite: Mechanical and fire-resistant properties in comparison to phenol, epoxy and polyester. **Journal of Reinforced Plastics**, v. 33, n. 1, p. 58-68, 2014.

DOAN, T-T-L.; BRODOWSKY, H.; MÄDER, E. Jute fibre/epoxy composites: Surface properties and interfacial adhesion. **Composites Science and Technology**, v. 72, n. 10, p. 1160-1166, 2012.

HOTO, R.; FURUNDARENA, G.; TORRES, J. P.; MUÑOZ, E.; ANDRÉS, J.; GARCÍA, J. A. Flexural behavior and water absorption of asymmetrical sandwich composites from natural fibers and cork agglomerate core. **Materials Letters**, v. 127, p. 48-52, 2014.

KAEWATIP, K.; THONGMEE, J. Studies on the structure and properties of thermoplastic starch/luffa fiber composites. **Materials Design**, v. 40, p. 314-318, 2012.

LI, Y.; MAI, Y-W.; YE, L. Effects of fibre surface treatment on fracture-mechanical properties of sisal-fibre composites. **Composites Interfaces**, v. 12, n. 1-2, p. 41-63, 2005.

LIDER AGRONOMIA. **Bucha**. Disponível em: <http://www.lideragronomia.com.br/2016/04/bucha.html>. Acesso: 25 agosto 2018.

MARINELLI, A. L.; MONTEIRO, M. R.; AMBRÓSIO, J. D.; BRANCIFORTI, M. C.; KOBAYASHI, M.; NOBRE, A. D. Desenvolvimento de Compósitos Poliméricos com Fibras Vegetais Naturais da Biodiversidade: Uma Contribuição para a Sustentabilidade Amazônica. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 18, n. 2, p. 92-99, 2008.

MOHANTA, N.; ACHARYA, S. K. Tensile and Flexural Behavior of Sisal Fabric/Polyester Textile Composites Prepared. **BioResources**, v. 10, n. 4, p. 8364-8377, 2015.

NAGLIS, M. M. M.; D'ALMEIDA, J. R. M. Aspectos do Emprego de Fibras Naturais Como Reforço em Compósitos: Análise da Morfologia da Luffa Cilíndrica. **Anais...** In: MICROMAT, IV, p.575, São Carlos – SP, out (1994).

OLIVEIRA, C. G.; MARGEM, F. M.; MONTEIRO, S. N.; LOPES, F. P. D. Comparison between tensile behavior of epoxy and polyester matrix composites reinforced with eucalyptus. **Journal of Materials Research and Technology**, v. 6, n. 4, p. 406-410, 2017.

OLIVEIRA, L. A. **Desenvolvimento e caracterização de um compósito de matriz metálica (cmm): aço eurofer97 reforçado com carbetto de tântalo – tac”** – Natal/RN. 2013.

OMRANI, E.; MENEZES, P. L.; ROHATGI, P. K. State of the art on tribological behavior of polymer matrix composites reinforced with natural fibers in the green materials world. **Engineering Science and Technology, an International Journal**, v. 18, p. 717-736, 2016.

PIRES, G.; PEREIRA, D.S.; DIAS FILHO, N. L.; VECCHIA, G. D. Caracterização Físico-Química e Mecânica do Sistema Éster de Silsexquioxano/ Resina Epóxi Dgeba/ Dietilenotriamina. **Revista Matéria**, v. 10, n. 2, pp. 317 – 330, 2005.

PISTOR, V.; SOARES, B. G.; MAULER, R. S. Influence of two different molecular weight epoxy resins on the glass transition of composites manufactured with expanded graphite. **Journal of Composites Materials**, v. 50, n. 13, p. 1817-1828, 2016.

POLYCHRONOPOULOS, N. D.; CHARLTON, Z.; SUWANDA, D. VLACHOPOULOS, J. Measurements and Comparison to Predictions of Viscosity of Heavily Filled HDPE with Natural Fibers, **Advances in Polymer Technology**, v. 37, n. 4, p. 1161-1167, 2018.

POTHAN, L. A.; MAI, Y. W.; THOMAS, S.; LI, R. K. Y. Tensile and Flexural Behavior of Sisal Fabric/ Polyester Textile Composites Prepared by Resin Transfer Molding Technique. **Journal of Reinforced Plastics and Composites**, v. 27, n. 16-17, p. 1847-1867, 2008.

UMBOH, M. K.; ADACHI, T.; NEMOTO, T.; HIGUCHI, M.; MAJOR, Z. Non-stoichiometric curing effect on fracture toughness of nanosilica particulate-reinforced epoxy composites. **Journal of Materials Science**, v. 49, n. 21, p. 7454-7461, 2014.

## CRIAÇÃO DE UM MAKERSPACE PARA ENGENHEIROS EM FORMAÇÃO: RELAÇÃO CUSTO X BENEFÍCIO

### Lucas Davis Ribeiro de Paula

FEAMIG – Faculdade de Engenharia de Minas Gerais  
Belo Horizonte - MG

### Danielle Saranh Galdino Duarte Garcia

FEAMIG – Faculdade de Engenharia de Minas Gerais  
FASEH – Faculdade da Saúde e Ecologia Humana  
Belo Horizonte - MG

### Raquel Ferreira de Souza

FEAMIG – Faculdade de Engenharia de Minas Gerais  
FASEH – Faculdade da Saúde e Ecologia Humana  
Belo Horizonte - MG

**RESUMO:** Com a grande oferta de cursos de Engenharia no Brasil somada à enorme necessidade de engenheiros no país, em face da grande demanda por desenvolvimento infraestrutural, entre outros, surge a necessidade de as instituições de ensino superior ofertarem diferenciais em suas grades curriculares e além de metodologias de ensino-aprendizagem inovadoras e exitosas. A área do conhecimento em questão demanda além de trabalho aprofundado teórico a vertente prática bem apurada, uma vez que de nada adianta que o estudante saiba teorias se não

as consegue aplicar. Desta forma, este artigo tem como objetivo principal demonstrar a importância e a positividade da implantação dos *makerspaces* ou similares como elementos de formação nos currículos das engenharias, a partir de pesquisas bibliográficas sobre esses espaços e do levantamento de experiências em instituições de ensino superior nacionais e estrangeiras que já implantaram tal prática.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação em Engenharia. Makerspace. Prática de ensino. Custo x benefício.

### CREATION OF A MAKERSPACE FOR TRAINING ENGINEERS: COST-BENEFIT RATIO

**ABSTRACT:** Due to the great number of engineering courses in Brazil, in addition to the enormous need of engineers in the country, due to the great demand for infrastructural development, among others, there is a need for higher education institutions to offer differentials in their curricula and in addition to methodologies innovative teaching and learning. The area of knowledge in question demands, in addition to theoretical in-depth work, the well-studied practical side, since it is of no use that the student knows theories if he can not apply them. In this way, this article has as main objective to

demonstrate the importance and the positivity of the implantation of the makerspaces or similar like elements of formation in the curricula of the engineering, from bibliographical researches on these spaces and the gathering of experiences in institutions of superior national education and have already implemented such a practice.

**KEYWORDS:** Engineering Education. Makerspace. Teaching practice. Cost-benefit ratio.

## 1 | INTRODUÇÃO

Com a dinâmica do mundo atual, a necessidade de obter cada vez mais conhecimento, o tempo escasso para tantas disciplinas importantes dentro de um curso de engenharia, além dos novos cursos EAD para algumas engenharias específicas, como a Engenharia de Produção e a Civil, as Instituições de Ensino Superior (IES) têm priorizado formar engenheiros com grande embasamento teórico, que realmente é de muita importância, pois esse é fundamental para a execução correta, porém, pouca atenção se dá ao conhecimento prático, o que é preocupante, afinal, trata-se de uma profissão cuja prática é vital ao seu exercício.

Nesse sentido, surgem os *makerspaces* como uma opção para os estudantes de engenharia e demais profissionais. Trata-se de um laboratório comunitário, para que os alunos “desvirtualizem” e ampliem seus conhecimentos práticos. Esses laboratórios possuem diversos nomes, que os distinguem em algumas características, como FabLabs, hackerspaces, makerspaces, makerplaces - são os mais conhecidos, contudo, sempre voltados para a mentalidade do “fazer”.

Tais espaços podem ser alugados por períodos, para equipes ou individualmente ou particulares, como dentro de uma IES. Em geral, possuem aparatos tecnológicos, como computadores impressoras 3D, CNCs e outras ferramentas comuns às necessidades de uma oficina.

Para um estudante de engenharia, o acesso a um desses espaços do “fazer” pode se mostrar um grande diferencial em sua formação, uma vez que ele sairá preparado para trabalhar, de modo que não perderá um tempo precioso em sua carreira tentando concretizar na prática aquilo que conheceu apenas na teoria.

Assim, o objetivo principal deste artigo é demonstrar a importância e a positividade da implantação dos makerspaces ou similares como elementos de formação nos currículos das engenharias, a partir de pesquisas bibliográficas sobre esses espaços e do levantamento de experiências em instituições de ensino superior nacionais e estrangeiras que já implantaram tal prática.

## 2 | O QUE É O MAKERSPACE?

O makerspace é um espaço comunitário semelhante a uma oficina ou garagem, equipado com ferramentas como impressora 3D, cortadora a laser e demais ferramentas

de uma oficina, além do acréscimo tecnológico, como computadores, arduínos e periféricos para suporte na fabricação, criação ou manutenção de projetos, protótipos, objetos, peças e equipamentos.

Esses espaços são criados por indivíduos para possibilitar o uso do espaço por empresas, escolas, universidades, bibliotecas, dando acesso aos equipamentos, ao espaço e à sua infraestrutura (MENA, 2015).

### 3 | A PRÁTICA NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

A prática se faz fundamental na formação do engenheiro, que cada vez mais é cobrado para sair “pronto” da graduação. Nesse aspecto, depois de graduado, a exigência do mercado de trabalho não dá a esse profissional tempo para “praticar até conseguir fazer”. Além disso, a prática fortalece seu aprendizado, sendo uma forte ferramenta didática, que faz daquele que a possui diferenciado frente aos concorrentes.

Como parte da formação, o makerspace possibilita ir além da teoria, aguçando a criatividade, possibilitando descobertas e aumentando o interesse do estudante pela disciplina cursada. Outro ponto que vale ressaltar é a segurança que o profissional terá depois de formado para reproduzir uma prática já executada durante a formação e não somente uma construção baseada em elementos teóricos. Em grande parte das IES do Brasil, o contato dos estudantes de engenharia ocorre pelas aulas experimentais ministradas em laboratórios, que geralmente formam o cenário prático mais comum às atividades profissionais do cotidiano. No entanto, só as práticas laboratoriais não se mostram mais suficientes para a formação completa e qualificada exigida pelo mercado de trabalho atual. Nesse sentido, as escolas de Engenharia deverão aparelhar seus espaços e pessoas que saibam avaliar a tecnologia e suas implicações, fornecendo as condições para que possam entendê-las além da teoria (PEREIRA, *et al.*, 2002), simulando experiências, imitando uma operação de um processo ou sistema da realidade, para descrever, analisar e resolver os problemas de seus comportamentos (BANKS, 1998).

Conforme as Diretrizes Curriculares para os cursos de Engenharia (PARECER CNE/CES 1.362/2001), a formação de um engenheiro deve possibilitá-lo desenvolver as seguintes competências e habilidades:

- a. aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- b. projetar e conduzir** experimentos e interpretar resultados;
- c. conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- d. planejar, supervisionar, **elaborar** e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- e. identificar, **formular e resolver** problemas de engenharia;

- f. **desenvolver** e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- g. supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- h. avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- i. **comunicar-se** eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- j. **atuar** em equipes multidisciplinares;
- k. compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
- l. avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- m. avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
- n. assumir a postura de permanente busca de atualização profissional. (grifos nossos)

Como se percebe a maioria dos parâmetros a serem observados pelas grades curriculares dos cursos de engenharia remetem ao desenvolvimento de habilidades práticas e sociais, de forma conjunta.

Importa ressaltar que nessa mudança de cultura de ensino-aprendizagem das engenharias, o papel do professor é fundamental, pois ele é o condutor do processo e, por isso, também deve estar alinhado com a necessidade de inserir prática no aprendizado. Dessa forma, o trabalho do professor exige meios específicos para direcionar as atividades aos alunos, criando relações com pessoas e fontes, inserindo novidades para o estudante em meio à sua bagagem de conhecimento. Por isso, é preciso afirmar que não há transmissão de saberes, nem como adiantar o processo de aprendizagem, pois, aprender exige dentre muitas coisas, observação, reflexão, prática, leitura e experimentação (VYGOTSKY, 1987).

#### 4 | AS EXPERIÊNCIAS COM MAKERSPACES NACIONAIS E ESTRANGEIRAS

A experiência do makerspace iniciou em uma disciplina do MIT – *Massachusetts Institute of Technology* chamada “How to make (almost) anything”, ou seja: “Como fazer (quase) qualquer coisa”. A Instituição criou o primeiro laboratório em 2006, que deu origem aos demais.

Com o sucesso do espaço e a crescente utilização no ensino e desenvolvimento de estudantes, outras instituições de ensino passaram a adotar o modelo, que vem sendo cada vez mais utilizado e aprimorado. Hoje, existem FabLabs por todo o mundo (QUINTELLA *et al.*, 2017).





Figura 1 – Neil Gershenfeld no MIT

Fonte: Revista Espectro do MIT

Sendo uma novidade em alguns cursos de ensino médio e de graduação, alguns estudos que possuem os makerspaces como ferramenta de auxílio didático foram feitos para avaliar sua eficácia.

Um deles foi realizado pelo LITE - Laboratório de Inovação e Tecnologia na Educação - em que alguns alunos do ensino médio participaram de um trabalho, cujo objetivo era o desenvolvimento de um projeto para uma feira de ciências. Ao final da pesquisa, o resultado encontrado foi satisfatório, pois os estudantes se dedicaram, a maioria colaborou mutuamente em seus projetos, desenvolveram novos conhecimentos e colocaram em prática o que aprenderam em sala de aula (RAABE *et al.*, 2016).

Ressalta-se que por meio dessa ferramenta prática de ensino-aprendizagem várias competências e habilidades científicas e sociais foram desenvolvidas no grupo de estudantes pesquisado.



Figura 2 – LITE – Laboratório de Inovação Tecnológica na Educação - Univali

Fonte: Página do LITE no Facebook

Outra experiência satisfatória que merece atenção foi realizada no POALab, que

é o laboratório da IFRS – Instituto Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre.

A IES desenvolveu um projeto para a disciplina de “Tópicos Avançados”, do curso Superior de Tecnologias em Sistemas Para Internet. Para tanto, foram selecionados alguns alunos do último período do curso, com o objetivo de avaliar como o grupo utilizava o conceito de pensamento computacional no desenvolvimento de um produto voltado para a área da saúde, além de investigar como as atividades poderiam promover o uso do pensamento formal.

Os resultados da pesquisa comprovaram a relação do pensamento computacional e da atividade *maker*, bem como a relação desse tipo de pensamento com o raciocínio formal, mais evidente no uso do raciocínio lógico, a abstração e a generalização (BORGES *et al.*,2016).



Figura 3 – POA Lab - IFRS  
Fonte: Página inicial do POALab

Na cidade de Belo Horizonte/MG, o primeiro espaço do fazer foi criado pelo Unicentro Newton Paiva, utilizado em seus cursos de engenharia. Trata-se de um FabLab de caráter acadêmico, que buscou seguir o padrão do primeiro do mundo, criando pelo MIT.

O laboratório conta com regulamento próprio e a marcação de aulas práticas se dá por meio do preenchimento pelo docente, de formulário de solicitação de uso.



Figura 4 – FabLab Newton Paiva

Fonte: Site Newton Paiva (2018)



Figura 5 – FabLab Newton Paiva

Fonte: Site Newton Paiva (2018)

No Brasil, percebe-se certa resistência por parte das IES, em face do valor para se montar um espaço do fazer, de modo que, mesmo tendo plena consciência de que tendo um laboratório prático como este, a Instituição apresentará ao mercado um enorme diferencial, ainda sim são poucas que possuem o mesmo.

Os makerspaces, nos Estados Unidos da América, são bem comuns. Esse impulso ocorreu em parte, graças a uma declaração do Presidente americano Barack Obama, que dizia querer que todos pensassem em formas criativas para os jovens desenvolverem ciências e engenharias, seja em festivais de ciências, competições de robótica, feiras que os incentivassem a construir e não somente a serem extremamente consumidores. Tal declaração foi importante, pois, além de incentivar a redução do consumismo, motivou a geração de empreendedores, criadores e não somente jovens

“procuradores de empregos” (PEPPLER *et al.*, 2013).

Para demonstrar o quão forte é essa tendência nos Estados Unidos, em Cambridge, no estado de Massachusetts, em 2016, foi organizado o 1º Simpósio Internacional de Espaços Acadêmicos. O evento contou com mais de 300 participantes de 115 universidades, 20 empresas e 6 continentes. Ocorreram workshops, sessões de trabalho e pessoas, inclusive estudantes e docentes do Brasil (WILCZYNSKI *et al.*, 2017).

Como se vê, a criação e estímulo do uso desses espaços do fazer é uma tendência crescente nacionalmente e internacionalmente, motivada pela necessidade da interação entre teoria e prática, presente nos cursos de engenharia.

## **5 | O USO DE INOVAÇÃO E DAS NOVAS TECNOLOGIAS NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO**

Atualmente, a capacidade de produzir inovação tecnológica e transformá-la em produto é um dos principais atrativos econômicos, por isso é importante entender a melhor forma de preparar o estudante de engenharia para tal cenário.

Nos Estados Unidos, após alguma transformação da sociedade, é costumeiro fazer uma revisão do ensino de engenharias, unindo o ambiente acadêmico ao empresarial. Os resultados dessa prática demonstram que os processos produtivos mudam o andamento da história e que esses definem a função do engenheiro e não o contrário, ao longo do tempo (SILVEIRA, 2005). Essa também deveria ser uma prática do Brasil, país tão carente de engenheiros com formação adequada.

As inovações tecnológicas têm sido as propulsoras dos padrões de vida dos países desenvolvidos, desde a Revolução Industrial (KUZNETS, 1966), ou seja, o desenvolvimento tecnológico após a Primeira Revolução Industrial, com a chamada “industrialização”, possibilitou o crescimento econômico dos países desenvolvidos também chamados “industrializados”.

Nesse contexto, o engenheiro é o responsável pelo processo de industrialização e tomada de crescimento econômico das empresas, o que reflete positivamente no país. Nessa perspectiva, o conhecimento das tecnologias por este profissional é imprescindível, uma vez que possibilita a criação de novas opções ou o melhoramento do seu trabalho, desde o planejamento até a execução.

Assim, para além do conhecimento teórico, conviver com tecnologias se mostra fundamental para a formação do profissional de engenharia, uma vez que não só cria possibilidades avançadas de trabalho, como também faz com que esse profissional acompanhe os desenvolvimentos e inovações em sua área de trabalho.



## 6 | INTERLOCUÇÃO ENTRE TEORIA E PRÁTICA NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

Atualmente, a teoria e a prática separadas já se mostram insuficientes em qualquer conceito de produção/fabricação ou execução de uma atividade, “Teoria sem prática é paralítica e prática sem teoria é cega.” Esse pensamento popular é válido para o ensino superior da engenharia em que o casamento da teoria com a prática gera o melhor resultado para o discente e futuro profissional.

A prática, dentro do ensino superior, é a concretização e fixação dos conceitos teóricos, materializando-os na vida do estudante. É clara a dificuldade dos alunos em aplicar os conceitos teóricos na prática e relacionar o conteúdo aprendido em uma disciplina com a outra, no entanto, quando se cria a cultura do “praticar”, o estudante percebe que tais conhecimentos devem caminhar juntos e se complementarem (BUONICONTRO, 2003).

Assim, o ensino deve gerar consciência crítica no aluno, o que só ocorre quando o mesmo é capacitado a pensar, questionar, criar, formular hipóteses, por em prática e obter respostas. Para isso ocorrer, é necessário que sejam ministradas aulas práticas (LUZ et al., 1989).

## 7 | CUSTO DA IMPLANTAÇÃO DE UM MAKESRSPACE

Para que um laboratório de práticas acadêmicas seja equipado adequadamente, deve ser elaborado um planejamento detalhado das atividades a serem desenvolvidas em seu espaço. A oficina deve ser preparada para possibilitar trabalhos em madeira, em metal, em instalações elétricas, em eletrônica, em informática e em robótica, de modo a permitir que todos os alunos participem ativamente, de todas as tarefas propostas.

Para obtenção de dados relacionados ao custo da implantação de um makerspace, elaborou-se um orçamento, considerando-se ferramentas e materiais empregados em trabalhos de engenharia, que podem ser utilizados de forma individual ou coletiva.

O levantamento dos custos foi conduzido pela própria Faculdade de Engenharia de Minas Gerais (FEAMIG) e realizado por docentes da instituição, com a intenção de implantar futuramente, um laboratório Maker, composto por ferramentas básicas utilizadas nos cursos de Engenharia. Utilizou-se como fonte de dados, os preços consultados em loja especializada em ferramentas, na cidade de Belo Horizonte.

As quantidades de materias foram adaptadas pelos autores de acordo com as necessidades de uso por parte dos alunos, na execução das atividades práticas, atendendo a uma turma composta por 27 discentes.

| Produtos  | Quantidade | Valor unitário | Subtotal     |
|---|------------|----------------|--------------|
| Bancada de Trabalho Cavalete Multiuso com Grampos Pegasus WX051 WORX          | 2          | R\$ 699,90     | R\$ 1.399,80 |
| Plaina Desengrossadeira Portátil 1.800W DW733 Dewalt - 220V                   | 1          | R\$ 2.799,90   | R\$ 2.799,90 |
| Furadeira de Bancada 5/8 Pol. 1/2HP FB16 Somar by Schulz 220V                 | 1          | R\$ 956,90     | R\$ 956,90   |
| Furadeira de Impacto 500W Profissional 1/2 M0801G Makita 220V                 | 3          | R\$ 229,90     | R\$ 689,70   |
| Parafusadeira Elétrica com Fio 300W Profissional WS3231 Wesco - 110V          | 3          | R\$ 179,90     | R\$ 539,70   |
| Serra Circular 1.050W Profissional 185mm M5801G Makita 110V                   | 3          | R\$ 519,90     | R\$ 1.559,70 |
| Lixadeira Orbital 1/3 Lixa 180W Profissional M9201G Makita 220V               | 3          | R\$ 259,90     | R\$ 779,70   |
| Serra Tico-Tico 450W Velocidade Variável 4327 Makita 110V                     | 3          | R\$ 399,90     | R\$ 1.199,70 |
| Grampo Tipo C com 3 Peças 3 2 1 3KW Excellent                                 | 3          | R\$ 16,90      | R\$ 50,70    |
| Combo 8 Grampos Sargento para Marceneiro Razi                                 | 3          | R\$ 114,90     | R\$ 344,70   |
| Jogo De Chaves Combinada Fixa E Estrela 6 a 22 Mm 1WT Excellent               | 1          | R\$ 27,90      | R\$ 27,90    |
| Kit Formão Com 4 Formões 3/8 a 1 Grandes 2GC Excellent                        | 3          | R\$ 23,90      | R\$ 71,70    |
| Grampeador Profissional 4-14 mm com Maleta e Grampos I133 Black Jack          | 3          | R\$ 59,90      | R\$ 179,70   |
| Lima Rotativa 5 Unidades J015 Black Jack                                      | 3          | R\$ 17,90      | R\$ 53,70    |
| Jogo de Brocas Metal 2 a 10mm X-Line 7 Peças 2.607.019.673 Bosch              | 4          | R\$ 37,90      | R\$ 151,60   |
| Martelo Unha Polido com Cabo Fibra de Vidro Emborrachado 23mm G038 Black Jack | 6          | R\$ 29,90      | R\$ 179,40   |
| Martelo Bola Forjado 800g Cabo de Fibra Emborrachado 1021055 MTX              | 6          | R\$ 24,90      | R\$ 149,40   |
| Chave Inglesa 12 300mm Cabo Emborrachado 155079 MTX                           | 3          | R\$ 49,90      | R\$ 149,70   |
| Arco de Serra Profissional 300mm 4 em 1 Ajuste de Angulo 9JI EDA              | 3          | R\$ 39,90      | R\$ 119,70   |
| Tesoura de Aviação para Chapa Três Opções 10 EDA                              | 3          | R\$ 23,90      | R\$ 71,70    |
| Mini Torno Morsa de Bancada 70mm 185115 Sparta                                | 3          | R\$ 27,90      | R\$ 83,70    |
| Raspador em Plástico Reforçado com 10 Lâminas RP-011 Vonder                   | 6          | R\$ 15,90      | R\$ 95,40    |
| Jogo com 10 Chaves de Fenda/Phillips Stanley 60-100U                          | 3          | R\$ 52,90      | R\$ 158,70   |
| Lima Grossa 20cm com 3 Peças 2WN Excellent                                    | 3          | R\$ 12,90      | R\$ 38,70    |
| Pedra para Afiar tipo Canoa PA911 Vonder 12.40.000.911                        | 4          | R\$ 3,50       | R\$ 14,00    |
| Serrote Carpinteiro 24 Cabo Emborrachado C098 Black Jack                      | 3          | R\$ 23,90      | R\$ 71,70    |
| Serrote Costa Esquadria 14 Cabo Ergonômico C107 Black Jack                    | 3          | R\$ 25,90      | R\$ 77,70    |
| Plaina Manual Número 5 para Madeira 6FA EDA                                   | 3          | R\$ 59,90      | R\$ 179,70   |
| Plaina Manual Número 3 12-211 Stanley   | 3          | R\$ 109,90     | R\$ 329,70   |



|  |    |            |                      |
|--|----|------------|----------------------|
| Esquadro 300mm Metálico 12 Polegadas 323445 Sparta                         | 9  | R\$ 16,90  | R\$ 152,10           |
| Trena Emborrachada 7,5m x 25mm Trava Automática YB32G-7525 Sagyma          | 9  | R\$ 13,90  | R\$ 125,10           |
| Metro Dobrável de Nylon para Serralheiro de 2 Metros 10940 Max Ferramentas | 9  | R\$ 14,90  | R\$ 134,10           |
| Compasso de Ponta Reto 300 mm 36.32.000.300 Nove54                         | 6  | R\$ 69,90  | R\$ 419,40           |
| Compasso Interno 10 Polegadas (Ponta Curva) 4KH EDA                        | 6  | R\$ 12,90  | R\$ 77,40            |
| Pistola Cola Quente 100W Profissional Bivolt HPC-100 Hikari                | 6  | R\$ 54,90  | R\$ 329,40           |
| Moto Esmeril 360W Rebolo 6 Pol. MED-300 Disma - 110V                       | 3  | R\$ 189,90 | R\$ 569,70           |
| Jogo de Talhadeiras em Aço CR-V 3 Peças Black Jack F245                    | 3  | R\$ 34,90  | R\$ 104,70           |
| Alicate de Corte Diagonal 6 Pol. Black Nickel 175729 MTX                   | 9  | R\$ 13,90  | R\$ 125,10           |
| Alicate Bico Meia Cana Reto de 6 Pol. Black Nickel 171589 MTX              | 9  | R\$ 13,90  | R\$ 125,10           |
| Alicate Universal 6 Pol. Black Nickel 169789 MTX                           | 9  | R\$ 13,90  | R\$ 125,10           |
| Paquímetro 200mm X 005mm em Aço Escovado com Estojo 3IE EDA                | 3  | R\$ 79,90  | R\$ 239,70           |
| Jogo de Macho Manual com Vira Macho 8 Peças 9VD EDA                        | 3  | R\$ 43,90  | R\$ 131,70           |
| Torno/Morsa de Bancada 5"(125mm) Giratória Bigorna 186255 Sparta           | 2  | R\$ 151,90 | R\$ 303,80           |
| Multímetro Digital CAT II 600V MDV-0600 Vonder                             | 4  | R\$ 89,90  | R\$ 359,60           |
| Ferro de Solda 50W FSN-0050 Nove54 110V                                    | 6  | R\$ 49,90  | R\$ 299,40           |
| Luva de Raspa Canadense 20cm 3944 Carbografite                             | 27 | R\$ 31,90  | R\$ 861,30           |
| Óculos de Segurança Anti-Risco Vision 3000 12.572 3M                       | 27 | R\$ 21,98  | R\$ 593,46           |
| Protetor Auricular de Silicone CG38S Carbografite                          | 27 | R\$ 4,90   | R\$ 132,30           |
| <b>Subtotal</b>  |    |            | <b>R\$ 17.732,76</b> |
| <b>Frete</b>   |    |            | <b>R\$ 150,00</b>    |
| <b>Total:</b>  |    |            | <b>R\$ 17.882,76</b> |

Tabela 1 – Planilha Orçamentária de Materiais

Fonte: Desenvolvido pelos autores, 2019.

Considerando que as turmas de graduação das IES brasileiras, tem em média, 55 alunos, o investimento apresentado no somatório da tabela anterior, seria dobrado, caso fosse montado um espaço que comportaria uma turma completa. Entretanto, é totalmente possível, através de uma gestão de horários e ensalamentos, que as aulas práticas sejam realizadas dividindo-se esta turma à metade, através de um revezamento semanal entre aulas teóricas e práticas, onde metade da turma ficaria com o laboratorista e a outra metade com o professor da disciplina.

Na cidade de Belo Horizonte, apenas o Centro Universitário Newton e a Faculdade IBMEC possuem laboratórios desta natureza. Ambas agregam este diferencial no valor

da mensalidade. Em um comparativo entre as mensalidades das outras instituições que oferecem os cursos de engenharia em BH, pode-se perceber uma variação considerável. A Newton tem uma variação de preço nas mensalidades de R\$200,00 em relação às outras, já o IBMEC apresenta um aumento aproximado de R\$1.000,00.

O orçamento realizado demonstra que apesar do alto investimento necessário para instituir um laboratório acadêmico, este valor não se mostra tão elevado, se tratando de um Maker.

## 8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência do uso de makerspace como local para praticar engenharia que atenda às necessidades do aluno é indiscutível, pois dá ao mesmo a possibilidade de materializar e praticar aquilo que aprendeu em sala de aula, trabalhando de modo associado conceitos teóricos e práticos.

A utilização desses espaços possibilita aos estudantes de engenharia um ambiente inspirador, com suporte necessário para desenvolver seus próprios projetos, praticarem mais os conteúdos ministrados, trocarem conhecimentos, experiências, colocando em prática suas ideias e gerando novas colaborações entre os frequentadores, a fim de complementarem o seu aprendizado, possibilitando um potencial criativo/empreendedor nos estudantes.

Os espaços do fazer, além de se mostrarem bastante didáticos, fortalecem o desenvolvimento de soluções de problemas, o trabalho em grupo, a cooperação e a multidisciplinaridade do profissional engenheiro como solucionador de problemas, seja com projetos e/ou de fato executando. Ou seja, não só desenvolve habilidades e competências científicas e técnicas, mas também sociais e de cooperação.

A pesquisa em questão cumpriu seus objetivos, ao apresentar instituições que já fazem uso desses espaços como elemento formador dos seus engenheiros, que têm obtido resultados positivos, bem como apontou como o custo benefício é vantajoso, indicando os caminhos para os quais as instituições de ensino podem caminhar em busca de aprofundamento do aprendizado e desenvolvimento dos seus engenheiros em formação.

## REFERÊNCIAS

BORGES, Karen S.; MENEZES, Crediné S.; FAGUNDES, Léa C. Projetos Maker como Forma de Estimular o Raciocínio Formal através do Pensamento Computacional. In: V Congresso Brasileiro De Informática Na Educação, 2016 Uberlândia. **Anais do XXII Workshop de Informática na Escola**. p. 515-524.

BUONICONTRO, Célia M. S.; Interação Teoria e Prática no Ensino da Engenharia: Uma Experiência Pedagógica no Curso de Engenharia Mecatrônica da PUC Minas. In: **COBENGE** – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2003, Rio de Janeiro.

CARLETTO, Marcia R., **Avaliação de Impacto Tecnológico: Alternativas e Desafios para**

**a Educação Crítica em Engenharia.** Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

CESAR, Danilo R.; BONILLA, Maria H. S. Robótica Livre: Implementação de um Ambiente Dinâmico de Robótica Pedagógica com Soluções Tecnológicas Livres no Cet CEFET em Itabirito – Minas Gerais - Brasil. In: XIII Workshop sobre Informática na Escola, **Anais do XXVII Congresso do SBC**, Rio de Janeiro, 2007.

CONCEIÇÃO, Pedro; HEITOR, Manuel. **Engenharia e mudança tecnológica:** as dinâmicas do conhecimento e o desafio da inovação. Brito, 2002.

IFRS. **Foto POALAB.** Disponível em: <<http://www.poalab.net.br/>>. Acesso em: 28 de setembro de 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parecer CNE/CES 1.362/2001.** Parâmetros curriculares para os cursos de engenharia. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>. Acesso em: 29 de setembro de 2018.

NEWTON PAIVA. **Guia do Professor FabLab.** 2017. Disponível em: <[https://www.newtonpaiva.br/system/file\\_centers/archives/000/000/331/original/FABLAB\\_GUIA\\_DO\\_PROFESSOR.pdf?1495194441](https://www.newtonpaiva.br/system/file_centers/archives/000/000/331/original/FABLAB_GUIA_DO_PROFESSOR.pdf?1495194441)>. Acesso em: 28 de setembro de 2018.

PEKELMAN, Helio; MELLO JR, Antônio G. A Importância dos Laboratórios no Ensino de Engenharia Mecânica. In: **COBENGE** - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Brasília, 2004.

PEPLER, Kylie; MALTESE, Adam; KEUNE, Anna; CHANG, Stephanie; REGALLA, Lisa. Maker Education Initiative – Survey of Makerspaces, Part II In: **Open Portfolios.**

PEREIRA, Carlos R. P.; LIMA, Milena C. A Importância da Relação Teoria e Prática Sob o Olhar dos Estudantes de Administração: Um Estudo de Caso na Universidade do Estado da Bahia. In: ADM – **Congresso Internacional de Administração**, Natal ,2016..

PINTO, Danilo P.; OLIVEIRA, Vanderlí F. Reflexões sobre a Prática do Engenheiro-Professor. In: **COBENGE XL** – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Belém, 2012.

PROJETO DRAFT: **O que é Makerspace.** Disponível em: <<https://projetodraft.com/verbete-draft-o-que-e-makerspace/>>. Acesso em 22 de julho de 2018.

QUINTELLA, Ivvy P. C. P.; FLORÊNCIO, Eduardo Q.; SANTOS, Luciana G.; SILVEIRA, Eduardo S. S.; SANTOS, Luciano B. Fab Labs: A Expansão da Rede Brasileira e Sua Inserção no Contexto Acadêmico e no Ensino de Engenharia. In: **Primeira Conferência FabLearn.** Brasil, São Paulo, 2016.

RAABE, André L. A.; SANTANA, André L. M.; SANTANA, Luís F. M.; VIEIRA, Marli F. V.; METZGER, Julia P.; GOMES, Eduardo B. Atividades Maker no Processo de Criação de Projetos por Estudantes do Ensino Básico para uma Feira de Ciências. In: V Congresso Brasileiro De Informática Na Educação, **Anais do XXII Workshop de Informática na Escola.** Uberlândia, 2016, p.181-190.

SILVEIRA, Marcos A. **A formação do engenheiro inovador:** uma visão internacional. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2005.

SPECTRUM. **Foto FabLab.** Disponível me: <<http://spectrum.mit.edu/spring-2006/fab-lab/>>. Acesso em 28 de setembro de 2018.

UNIVALI. **Foto LITE.** Disponível me: <<https://www.facebook.com/univalilite/photos/a.210980375910356.1073741828.196779033997157/416743792000679/?type=3&theater>>. Acesso em 28 de setembro de 2018.

WILCZYNSKI, Vincent; COOKE, Malcom N. Identifying and Sharing Best Practices in International Higher Education Makerspaces. In: ASEE – American Society For Engineering Education, **ASEE International Forum**. Columbus, 2017.

## DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE ESTOQUES NO ALMOXARIFADO DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

### **Gisleangela Strohschein**

UFRGS – Departamento de Engenharia de  
Produção e Transportes  
Porto Alegre – RS

### **Laura Visintainer Lerman**

UFRGS – Departamento de Engenharia de  
Produção e Transportes  
Porto Alegre – RS

### **Raquel de Abreu Pereira Uhr**

UFRGS, Departamento de Engenharia de  
Produção e Transportes  
Porto Alegre – RS

### **Natália Eloísa Sander**

UFRGS, Departamento de Engenharia de  
Produção e Transportes  
Porto Alegre – RS

**RESUMO:** A gestão de estoques é essencial para a eficiência na administração dos materiais, sejam as organizações públicas ou privadas. Diante disso, uma sistemática adequada pode auxiliar os gestores dos almoxarifados a resolverem problemas como falta de material de uso contínuo, atraso no atendimento das solicitações dos setores requisitantes. O presente trabalho tem como objetivo explorar o impacto em relação ao custo e as condições dos itens estocados, tornando mais eficiente e eficaz a administração desses recursos, no almoxarifado de uma Instituição de Ensino

Superior pública. O método buscou analisar o processo e identificar possíveis melhorias através de entrevista com o gestor responsável pelo setor, observação do local, coleta e análise dos dados. Com a curva ABC, observou-se que um dos itens representa aproximadamente 57% do valor total de itens solicitados no período investigado levantando oportunidades de ações para trabalhos futuros.

**PALAVRAS-CHAVE:** administração de materiais, gestão de estoques, almoxarifado

### DIAGNOSIS OF THE MANAGEMENT OF STOCKS IN THE WAREHOUSE OF AN INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION

**ABSTRACT:** Inventory management is essential for efficient material management, whether public or private firms. In view of this, a suitable system can help the managers of the warehouses to solve problems such as lack of continuous use material, delay in meeting requests from the requesting sectors. The paper's objective is to explore the impact on the cost and conditions of stock items, making the administration of these resources more efficient and effective in the warehouse of a public higher education institution. The method used is case study to analyze the process and identify possible improvements through an

interview with the manager responsible for the sector, site observation, data collection and analysis. With the ABC curve, it was observed that one of the items represents approximately 57% of the total value of items requested in the period investigated, raising opportunities for future work.

**KEYWORDS:** materials management, inventory management, warehousing

## 1 | INTRODUÇÃO

Dentro da cadeia de suprimentos, a gestão de estoques é fundamental para uma administração eficiente dos materiais, visando uma boa utilização, localização em relação aos setores que os utilizam, manuseio e controle (HENRIQUES, 2014), tanto nas organizações privadas como públicas. A escolha de uma sistemática adequada para a administração desses materiais pelos gestores do almoxarifado pode ajudar a solucionar diferentes problemas enfrentados por esse setor.

Apesar de sua importância para as organizações, ainda a gestão de estoques é tratada de maneira pouco formal, com técnicas desenvolvidas no início do século XX, sendo que muitos estudos foram realizados para aplicações de métodos quantitativos quanto à tomada de decisões e são desconhecidos pelos gestores, induzindo à utilização de técnicas qualitativas, às vezes baseadas na intuição (GIANESI; BIAZZI, 2011).

Zanon (2008) afirma que a excelência na gestão deve contemplar questões que equilibrem qualidade e méritos sociais em suas práticas, uma vez que, em se tratando de administração pública, o cidadão sempre cria uma expectativa, o que torna de suma relevância ações responsáveis quanto à utilização dos recursos. Além disso, o autor também lista alguns indicadores que podem significar um diferencial sobre a relevância das prioridades assumidas na gestão pública, tais como: excelência no desempenho, controle e monitoramento das ações, foco nos resultados (financeiros ou não), agilidade nos processos, eficiência no uso dos recursos.

Dessa forma, o objetivo desse artigo é estabelecer um diagnóstico, priorizando os materiais mais significativos em questão de custo e movimentação dentro do estoque. Adicionalmente, após a identificação dos itens mais relevantes, serão analisadas questões referentes ao controle das quantidades e condições de armazenagem. Para isso, realizou-se uma entrevista com o gestor responsável do estoque, observação do ambiente, coleta e análise de dados. Realizou-se o estudo de caso no almoxarifado de uma Instituição de Ensino Superior Pública, que atende demandas de setores diversos, com diferentes tipos de materiais, necessitando de diferentes locais de armazenamento, o que dificulta o controle do estoque.



## 2 | REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Administração de materiais no setor público

A administração pública brasileira tem como um de seus alicerces no princípio da *new public management*, visto que o objetivo é melhorar o desempenho público por meio da eliminação de processos padronizados em excesso e a lentidão do sistema (COELHO, 2017), adotando uma organização baseada em desempenho (PEREIRA; SPINK, 2015). Por conseguinte, a administração de materiais pode impactar positivamente ou negativamente os resultados organizacionais. A maximização do uso dos recursos que são estocados no almoxarifado é seu principal objetivo (POZO, 2001). Dentro da administração pública, é possível destacar os seguintes setores e suas funções (ZANON, 2008):

- Setor de compras: prioriza a tomada e mapas comparativos de preços, concorrência e licitações; encaminha os pedidos; acompanha o recebimento e entrega dos produtos. Além disso, é um setor importante e em destaque na administração pública por englobar diversas tarefas para que a administração pública seja eficiente (CARVALHO, 2017).
- Setor técnico e de cadastro: responsável por manter atualizados os dados dos fornecedores e clientes; realizar uma análise qualitativa dos produtos; elaborar contrato de fornecimento e suprimento.
- Almoxarifado: manter um estoque dos produtos ou materiais de uso frequentes; manter as informações quantitativas e financeiras atualizadas; garantir o suprimento interno; manter os materiais ordenados, controlando a movimentação; manter registro dos estoques;
- Setor Patrimonial: registrar todos os bens; zela pelo patrimônio; realizar inventário; verificar necessidade substituição, venda ou descarte de produtos inservíveis, obsoletos ou danificados; zelar pela conservação, recuperação e uso dos materiais.

Além desses aspectos, há também outra ferramenta gerencial para a administração pública: as compras públicas sustentáveis. Essa ferramenta está alinhada ao novo modelo de gestão pública, visto que engloba aspectos econômicos, sociais e ambientais (SILVA et al., 2015). Entretanto, como se trata de uma nova abordagem, ainda há muito o que se discutir sobre o tema, uma vez que a administração visa sempre a proposta mais vantajosa (SILVA et al., 2015). Para tanto, é fundamental a existência de políticas públicas que possam nortear uma atuação mais ecoeficiente, o que inclui uma licitação mais sustentável (DE OLIVEIRA et al., 2015).

### 2.2 Controle de estoques

Para Pimenta (2003), o controle é uma premissa fundamental para todas as etapas dos sistemas produtivos, que tem como objetivo dar ao gestor um conhecimento de todas as etapas do processo de estocagem, otimizando o investimento em estoque, bem como aumentando o uso dos meios internos disponíveis na organização e

diminuindo a necessidade de capital investido e de tempos de *setup*, além de reduzir o número de ocorrências de falta de matéria-prima. O custo de armazenagem se destaca como um dos principais fatores que afetam a rentabilidade da organização, por isso, merece atenção dos gestores responsáveis (DIAS, 1993).

Quando se trata de organizações com estoques diversificados, é importante o desenvolvimento de sistemáticas que permitam a manutenção de baixos níveis de estoque, evitando a falta de itens necessários e prevenindo a obsolescência dos materiais, com possíveis reduções de custo (PINHEIRO, 2005). Ademais, alguns fatores podem influenciar nas estratégias a serem adotadas, como a necessidade de licitações para aquisição de bens, restrições orçamentárias.

Segundo Dias (1993), as funções básicas e principais para o controle de estoques são: (a) determinar o que deve ter em estoque; (b) determinar quando deve reabastecer; (c) determinar quanto abastecer; (d) acionar o departamento de compras para aquisição; (e) receber e armazenar os materiais; (f) controlar os estoques quantitativamente e em termos de valor; (g) fazer inventários periódicos e (h) identificar e retirar itens obsoletos ou danificados do estoque.

Particularmente, na gestão do almoxarifado, para se gerar resultados, é imprescindível realizar uma boa gestão dele (PAOLESCHI, 2018). Por exemplo, os resultados são os mais diversos: redução de custos e elevação da satisfação dos clientes (PAOLESCHI, 2018). Entretanto, para se obter os resultados, é necessário investir em tecnologias e equipamentos e treinar os recursos humanos (PAOLESCHI, 2018).

### *2.2.1 Sistemas e métodos de controle de estoque*

Existem vários sistemas e métodos de controle de estoques. Dentre eles, podemos destacar os seguintes:

- Lote Econômico de Compras (LEC): visa minimizar os custos de estocagem e aquisição, respondendo aos questionamentos de quando e quanto comprar (COELHO, 2010). Tanto o LEC quanto o Lote Econômica de fabricação são informações fundamentais para administradores e gerentes de produção (ALT; MARTING, 2017).
- Sistema de Revisão Contínua: visa o acompanhamento contínuo dos níveis de estoques. Possui um Ponto de Ressuprimento (PR), que serve como gatilho para que novos pedidos de reposição sejam feitos. O Lote Econômico de Compras é quem determina o tamanho do pedido de compra, que normalmente é fixo (LIMA, 2016).
- Sistema de Reposição Periódica: os níveis de estoques são verificados em intervalos regulares de tempo. Com isso, o tamanho do pedido de compras é definido de forma a atingir o estoque alvo (LIMA, 2016).
- Curva ABC: permite identificar itens que necessitam de atenção e tratamento adequados. Portanto, uma vez obtida sua classificação, pode-se ter uma

aplicação preferencial das técnicas de gestão administrativas a serem adotadas, de acordo com a importância dos itens. As classes da curva podem ser assim definidas: (a) classe A (itens mais importantes; atenção especial); (b) classe B (itens em situação intermediária entre as classes A e C); (c) classe C (itens menos importantes; pouca atenção) (DIAS, 1993). Complementarmente, mostram a importância da curva ABC para a redução do capital investido em estoque (FACCHINI et al., 2019).

- Sistema duas gavetas: método mais simples para controlar os estoques, por isso, é recomendável para itens classe C. O estoque inicial é armazenado nas duas caixas. A caixa A tem quantidade suficiente para atender a demanda durante o tempo de reposição, mais o estoque de segurança. Já a caixa B possui um estoque equivalente à previsão de consumo no período. A caixa B é quem dita as requisições de materiais para o almoxarifado e quando esse estoque chega a zero, indica que deverá ser realizado um pedido de compra. Então as requisições passam a ser atendidas pela caixa A, para não interromper o ciclo de atendimento (DIAS, 1993).
- Sistema dos máximos - mínimos: esse sistema é utilizado devido à dificuldade para determinar o consumo e as variações do tempo de reposição. Consiste em: (a) determinação do consumo previsto para o item; (b) fixação do período em a); (c) cálculo do ponto de pedido; (d) cálculos dos estoques mínimos e máximos e; (e) cálculo dos lotes para compra.

### 3 | METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida a partir de um estudo de caso (YIN, 2015) no Almoxarifado de uma Instituição Pública de Ensino. Inicialmente, o levantamento de dados de se deu através de entrevista - que, conforme Oliveira (2017), é uma forma de coleta de dados para estudo de casos - com o gestor responsável pelo setor, que trabalha na Instituição há mais de 40 anos. Portanto, o entrevistado foi escolhido por sua experiência na área. Também se realizaram os procedimentos de observação -sugerido por Stake (1995) - e coleta dos dados em dias alternados (YIN, 2002).

É importante ressaltar que o atendimento do almoxarifado é exclusivamente voltado ao público interno e trabalha com orçamentos definidos pelo governo. Com isso, é possível diagnosticar a situação atual e identificar possíveis melhorias com relação a gestão do seu estoque, tendo em vista a grande variedade de produtos a serem controlados. Além disso, verificou-se que alguns itens são mais significativos com relação à demanda solicitada e custo do pedido: em um pedido, verificou-se que um item representava mais de 90% do custo total do pedido. Com isso, delimitou-se o estudo ao diagnóstico dos itens de maior impacto em relação ao custo, bem como propostas de melhorias gerais do estoque como armazenamento, fluxo e gestão visual.

## 4 | RESULTADOS

### 4.1 Visão geral do ambiente estudado

Primeiramente, identificaram-se o modo de funcionamento e atendimento geral do almoxarifado, classificando os itens de maior movimentação. Posteriormente, realizou-se uma análise de dados com relatórios fornecidos pelo sistema, com informações a respeito de pedidos realizados por setor, contendo detalhadamente as quantidades solicitadas de cada item, bem como o custo deste e um relatório de custo total de itens no período de 01/01/2017 a 31/10/2017. De forma geral, o almoxarifado estudado possui mais de cinco mil produtos e trabalha com a divisão por grupo de materiais, por exemplo:

- ML - Materiais de Laboratório (vidraçarias, peças)
- MR - Materiais de Reposição (hidráulica)
- ME - Materiais de Expediente (escritório em geral)
- ML - Materiais de Limpeza (papel higiênico, detergente)
- PS - Pronto Socorro e
- MS - Material de Segurança (luvas, macacão)

O armazenamento dos produtos é realizado em estoques diferentes, de acordo com a sua classificação e compatibilidade química. Ao todo, são seis estoques físicos distintos. O pedido deve ser realizado através do sistema e a prioridade de atendimento se dá conforme a ordem de solicitação no mesmo.

Todos os dias, entre 07h15 e 07h30, o responsável entra no sistema e faz a avaliação do pedido: verifica se o produto solicitado pode ser destinado ao solicitante. Em caso negativo, é atribuído o código 00 no item, o produto não estará na lista de solicitação quando impressa. Em seguida, o responsável realiza a conferência no estoque e separa a quantidade solicitada para cada item, caso possa ser atendida. Os produtos são separados em sacolas e dispostos em uma prateleira em cima da folha de solicitação. No pedido impresso, constam três campos para assinatura: responsável pela separação do pedido, quem atendeu o pedido (realizou a entrega) e quem recebeu o pedido (nesse momento o recebedor deve colocar o número de identificação e data).

É importante salientar que não há uma comunicação quando o pedido está pronto, pois já está pré-estabelecido que o atendimento é realizado sempre em 24 horas. Mesmo nos casos em que o atendimento externo ocorra na parte da tarde, o responsável somente fará o atendimento dos pedidos solicitados no dia anterior.

A conferência de estoque físico *versus* sistema é realizada somente no momento de separação dos pedidos e não é realizado um inventário mensal. Sendo assim, pode-se verificar uma deficiência quanto à acuracidade de estoques, que é essencial no sistema de estocagem para amenizar e identificar possíveis erros de processamento.

Entretanto, mensalmente, deve ser enviado o Relatório Mensal de Almoxarifado ao Almoxarifado Central da Instituição através do Sistema Eletrônico de Informações.

O pedido de compras é realizado sempre uma vez por mês ao Almoxarifado Central da Instituição de Pesquisa através do Sistema de Almoxarifado para a Pró-Reitoria de Planejamento. O Diretor da unidade então chancela a solicitação no sistema para que o Almoxarifado Central receba a informação: realiza a atualização do atendimento (informa a quantidade que pode ser atendida), que leva até dois dias úteis. O prazo de entrega é de até três dias úteis.

Cada unidade possui uma cota no sistema para cada produto, que essa cota sempre deve ser retirada a cada mês, pois em caso de não utilização em dois meses, ela é automaticamente diminuída. Para poder aumentá-la novamente, é necessário abrir um processo no sistema justificando a não utilização naquele período. O problema, nesse caso, é que nem sempre a unidade precisa fazer a retirada daquela quantidade de produtos e acaba criando um estoque desnecessário ou não possui disponibilidade de local para armazenamento. No caso de materiais de limpeza (ML) e materiais de expediente (ME), somente é possível abrir um processo de solicitação de compra pela Unidade mediante um documento de autorização emitido pelo Almoxarifado Central, informando a falta do produto em questão.

#### 4.2 Análise dos itens estocados

Para priorização dos itens de materiais de expediente, foi realizado um levantamento dos produtos mais significativos no estoque em relação ao custo, com a utilização da curva ABC, ferramenta que auxilia na gestão de estoques (POZO, 2010), analisando os pedidos no período de 10 meses. Dentro desse período, 66 itens diferentes e cerca de 3324 produtos no total foram solicitados pelos 22 setores atendidos pelo almoxarifado. Os dados foram analisados e classificados conforme a Figura 1 e Tabela 1.

| Classificação | Produtos | %   | %total |
|---------------|----------|-----|--------|
| A             | 8        | 12% | 79%    |
| B             | 16       | 24% | 16%    |
| C             | 42       | 64% | 5%     |

Tabela 1. Classificação dos itens.

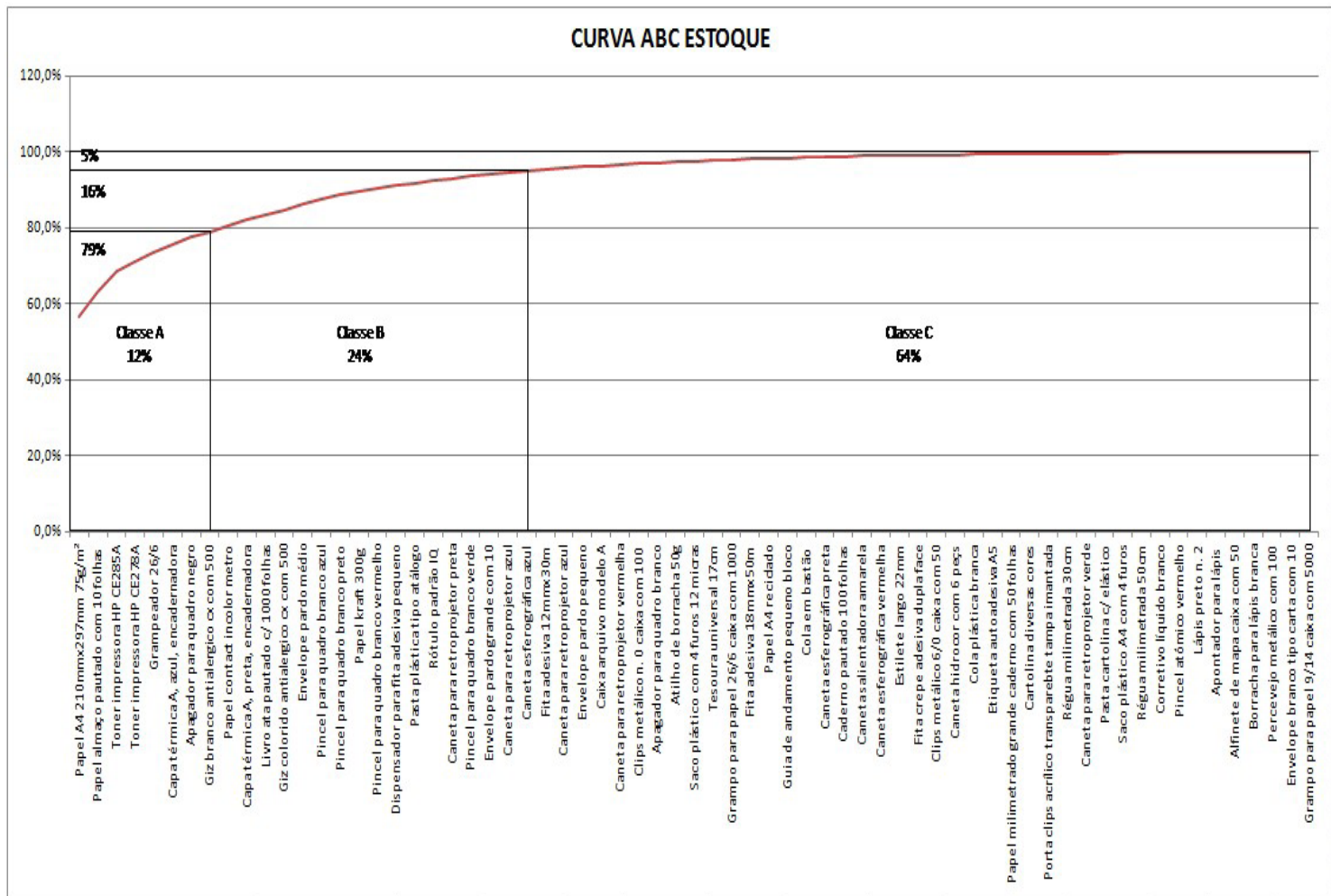


Figura 1. Curva ABC dos materiais de expediente.

A Figura 1 mostra que 79% da movimentação total no período analisado, corresponde a 12% da quantidade total dos itens solicitados. Na Classe A, oito materiais foram identificados, sendo considerados os mais importantes. A Classe B, que representa os itens intermediários, corresponde a 16% dos itens e a 24% do total de itens solicitados, totalizando dezesseis produtos. Já os itens da Classe C, que podem ser considerados os de menor importância, correspondem a apenas 5% da quantidade movimentada, representando 64% do total de itens solicitados e a quarenta e dois produtos. Com base na Figura 1, é possível então identificar os itens de maior impacto no estoque dos materiais de expediente. A partir disso, priorizou-se a análise levando em consideração o impacto com relação ao custo de cada material, conforme a Figura 2 e 3. No período analisado, o custo total de pedidos foi de R\$ 10.206,77.



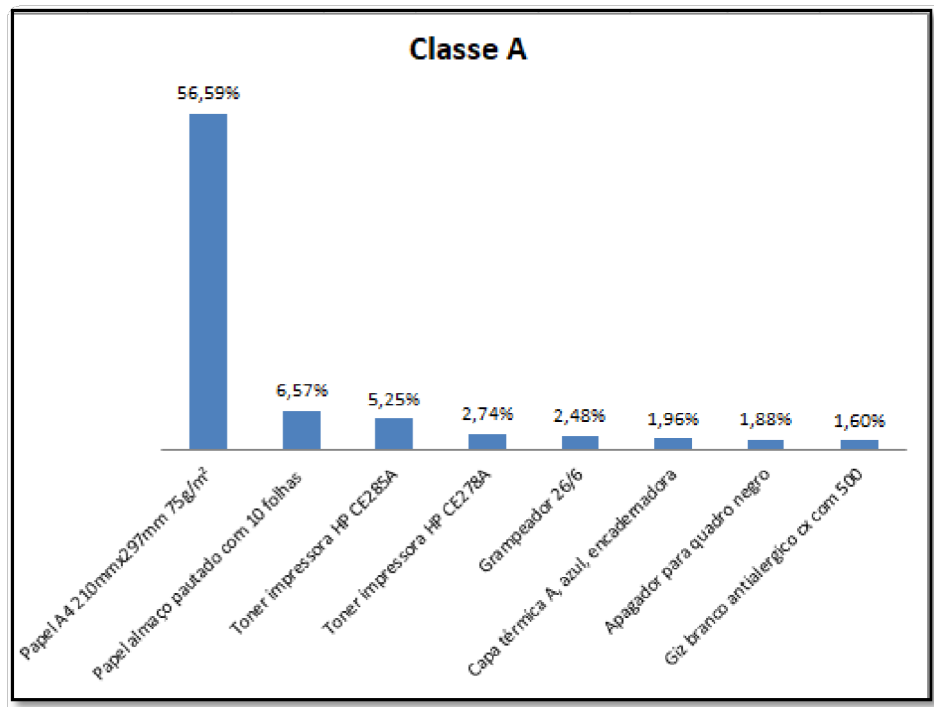


Figura 2. Impacto do custo de cada material da Classe A.

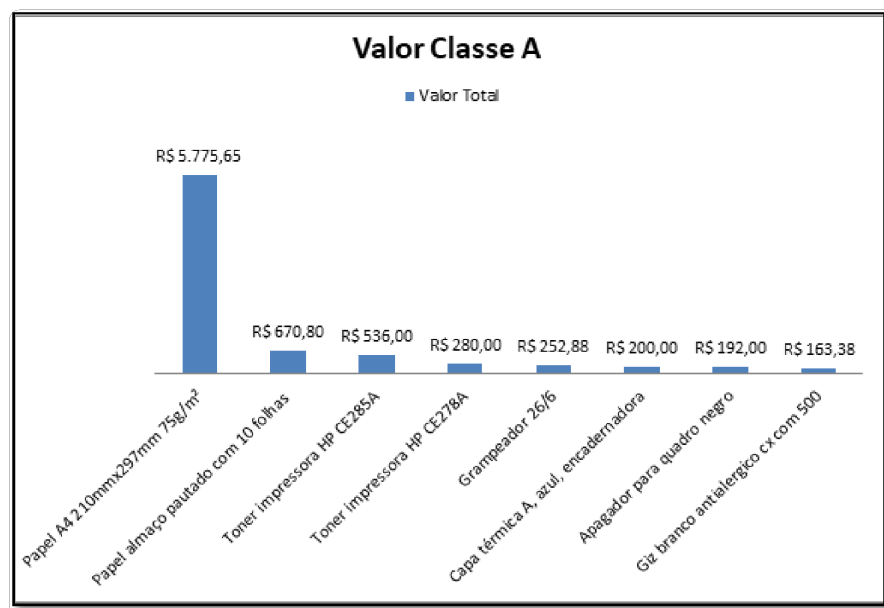


Figura 3 Impacto custo de cada material da Classe A.

Verifica-se que o papel A4 representa cerca 56,59% do valor total de pedidos no período estudado, cerca R\$5.775,65: um impacto muito superior se comparado aos outros sete produtos da Classe A. Com isso, justificam-se possíveis ações que poderiam ser tomadas em relação a este item, gerando resultados significativos para o setor. Com relação ao segundo item de maior impacto em relação a custo (6,57%), o papel almaço se encaixa nas mesmas condições de análises para ações futuras.

Já com os *toners*, que aparecem logo em seguida como itens de maior impacto (14,63% somando-se os três), observa-se uma frequente falha de funcionamento das impressoras que os utilizam, o que se deve ao fato de que a empresa responsável (licitada) pela manutenção somente realiza a troca dos cartuchos quando a tinta dos

mesmos acabam. Ademais, não há um tempo padrão para atendimento, o que acaba dificultando o funcionamento das impressoras.

#### 4.3 Condições de armazenamento

Quanto ao armazenamento dos materiais de expediente, foi observado que os produtos são dispostos em dois armários fechados, com cinco prateleiras cada, e não possuem dificuldade de acesso. Entretanto, não há qualquer organização quanto à disposição dos itens dentro dos armários, apesar de seguirem uma lógica de posicionamento quanto ao peso (os mais leves na parte superior e os mais pesados na parte inferior), o que dificulta a localização dos itens.

Os outros materiais estocados nesse mesmo ambiente, são armazenados em prateleiras adaptadas com balcões. Os produtos são distribuídos em caixas numeradas e também seguem a lógica de posicionamento quanto ao peso citada anteriormente. Está em processo de aquisição novas prateleiras, que ofereçam maior segurança e flexibilidade dentro do estoque. Foi identificada, por parte do gestor, a necessidade de prateleiras com possibilidade de nivelamento, maximizando assim o uso da prateleira. O papel A4 é armazenado na entrada do almoxarifado, em caixas dispostas em pilhas. Não foram identificados problemas quanto à deterioração ou validade dos materiais. Desta forma, verifica-se uma grande deficiência com relação à sinalização e identificação dos itens armazenados, o que abre espaço para melhorias na gestão visual.

### 5 | CONCLUSÃO

A partir da identificação dos itens mais relevantes, foram analisadas questões referentes ao controle das quantidades e condições de armazenagem. Percebe-se que a utilização da curva ABC traz informações muito relevantes com relação aos materiais mais significativos no almoxarifado e que, portanto, merecem atenção especial quanto à sua gestão.

Como grande destaque da análise, o papel A4 representa cerca de 57% do custo total dos materiais de expediente movimentados no período estudado. Visto que esse material apresenta um impacto ambiental muito significativo e debatido na atualidade, é importante a tomada de ações futuras a fim de reduzir o seu consumo, como a implementação de um sistema eletrônico de documentos. Além de administração pública realizar de forma mais sustentável a sua gestão de compras, é imprescindível a atenção para recursos sustentáveis. O papel almaço que aparece em segundo lugar com item de maior impacto, representa aproximadamente 7% e também está inserido nesse contexto. Já no que diz respeito ao armazenamento, identificou-se uma ampla oportunidade de melhorias com relação à gestão visual.

A principal limitação do trabalho é o uso de um único estudo de caso. No caso,

para pesquisas futuras, é interessante incluir no escopo outras instituições de ensino públicas. Outrossim, é relevante realizar uma comparação do diagnóstico de gestão de estoque em instituições de ensino tanto pública quanto privada. Outro ponto a ser destacado é um estudo de viabilidade de alterar o uso de papéis por documentos eletrônicos por meio de uso de um sistema de *workflow*.

## REFERÊNCIAS

ALT, PAULO RENATO CAMPOS; MARTINS, PETRONIO GARCIA. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. Editora Saraiva, 2017.

CARVALHO, Maria Balbina. A gestão de compras e o processo de licitação no setor público. **Caderno de Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT**, v. 4, n. 1, p. 165, 2017.

COELHO, Daniela Mello. **Elementos essenciais ao conceito de administração gerencial**. id/496879, 2017.

COELHO, L. C. **Logística Descomplicada**. 2010.

DE OLIVEIRA, Márcio Luís; CUSTÓDIO, Maraluce Maria. **Ecoeficiencia nos processos licitatórios para aquisição de utensílios de uso cotidiano da administração pública federal brasileira**. Revista Direito Ambiental e Sociedade, v. 5, n. 2, 2015.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 4 ed. São Paulo. Atlas, 1993.

FACCHINI, Eduardo; DA SILVA, Juliano Rubens; LEITE, Vitor Machado. **CURVA ABC E ESTOQUE DE SEGURANÇA**. South American Development Society Journal, v. 5, n. 13, p. 73, 2019.

GIANESI, I. G. N.; BIAZZI, J. L. **Gestão Estratégica de Estoques**. R.Adm., São Paulo, v.46, n.3, p.290-304, jul./ago./set. 2011

HENRIQUES, J. T. P. **Administração de Materiais**. 2014.

LIMA, R. **Aprendendo Gestão**, 2016.

OLIVEIRA, Emanuelle. **Estudo de caso**. v. 18, 2017.

PAOLESCHI, Bruno. **Almoxarifado e Gestão de Estoques-Do recebimento, guarda e expedição à distribuição do estoque**. Editora Saraiva, 2018.

PEREIRA, Orgs Luiz Carlos Bresser; SPINK, Peter Kevin. **Reforma do Estado e administração pública gerencial**. Editora FGV, 2015.

PIMENTA, R. F. **Implantação de controle de estoque em uma clínica odontológica: o caso da Sorriso & Cia. Ltda**. Ouro Preto, MG: Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), 2003.

PINHEIRO, A. C. M. **Gerenciamento de Estoque Farmacêutico**. Revista Eletrônica de Contabilidade, v.1, n.3, mar/mai., 2005.

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística**. São Paulo. Atlas, 2001.

POZO, Hamilton. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística**. 6ª edição. São Paulo: Atlas, 2010.

SILVA, José Jailson; GUIMARÃES, Patrícia Borba Vilar; SILVA, Eva Cristina. **Compras públicas sustentáveis: aspectos legais, gerenciais e de aplicação**. 2015.

STAKE, Robert E. **The art of case study research**. Sage, 1995.

ZANON, E. J. **Administração de material no setor público**. Ijuí, RS, 2008.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso-: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

YIN, RK. **Case study research: Design and methods** . Thousand Oaks, CA: Sage. 2009.

## ESTUDO DE UM DESSALINIZADOR SOLAR DE ÁGUA VISANDO APLICAÇÕES NA ÁREA DE TECNOLOGIA SOCIAL

### **Mickael Gomes Viana**

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia de Mecânica  
São Cristóvão-Sergipe

### **Priscylla Ferreira Dos Santos**

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais  
São Cristóvão-Sergipe

### **Isaú de Souza Alves Junior**

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia de Mecânica  
São Cristóvão-Sergipe

### **Simone Aparecida de Lima Scaramussa**

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia de Mecânica  
São Cristóvão-Sergipe

### **Jorge Vieira Dos Santos Junior**

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia de Alimentos  
São Cristóvão-Sergipe

### **Paulo Mário Machado Araujo**

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia de Mecânica  
São Cristóvão-Sergipe

**RESUMO:** Um dos problemas mais recorrentes da humanidade é o acesso a água limpa para consumo, visto que várias regiões pelo planeta ainda não possuem fácil acesso a ela, ou mesmo possuem água sem o devido tratamento.

Preponderando o descrito, este trabalho apresenta um estudo teórico-experimental de uma tecnologia social sobre dessalinização solar, onde um dessalinizador é confeccionado em alvenaria e com materiais de baixo custo e fácil acesso à população. Para a estrutura, é utilizado um sistema com acoplamento de dois vidros (declive duplo), visto que este acaba por ser mais eficiente do que o de único declive. São utilizados também materiais que possibilitem uma melhor captação de radiação solar onde essa tem importância imprescindível. Os resultados apresentaram cerca de 37% de eficiência e quando comparados aos relatos da literatura acabam por mostrar que são satisfatórios.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologia social; Energia solar; Dessalinização; Declive duplo.

### STUDY OF WATER DESALINATION USING A SOLAR STILL AIMING APPLICATIONS ON SOCIAL TECHNOLOGY

**ABSTRACT:** Access to tap water seems to be one of society's most recurring problems. To this day, many regions around the globe struggle to have available clean water or even end up consuming untreated water. This article presents a theoretical and experimental study of desalination as a social technology, in which

a masonry solar still is manufactured using easy to find, low-cost materials, by the population itself. The structure consists of joining two pieces of glass together in an angle as to create a double-slope roof system, which has been shown to be more effective than a single-slope one. In addition to that, the system works with materials that naturally absorb solar energy since this is an essential element to the still. The results show a 37% efficiency rate, which, when compared to previous studies, is proved to be satisfactory.

**KEYWORDS:** Social technology; Solar energy; Solar still; Double-slop.

## 1 | INTRODUÇÃO

A tecnologia social é considerada como um conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, onde são desenvolvidas e/ou aplicadas buscando a melhor interação com a população para que se tornem apropriadas nas melhorias das condições de vida, é o que diz o Instituto de Tecnologia Social (ITS BRASIL, 2004).

A energia solar representa um dos maiores potenciais energéticos do planeta, porém ainda é muito pouco explorado quando se considera sua aplicação no Brasil. A grande vantagem da sua utilização ocorre na possibilidade de proporcionar projetos eficientes com nível médio de tecnologia, junto aos fatores de bom entendimento do potencial regional, planejamento energético competente e educação para o seu uso (HANSEN *et al.*, 2010).

O potencial energético da radiação solar é imensamente significativo, situando-se entre 5.700 e 6.100 wh/m<sup>2</sup> ao longo de todo o ano e representando a maior média do Brasil na região Nordeste. Este grandioso potencial térmico da energia solar é suscetível de aplicação em numerosos segmentos, como o aquecimento de água, o cozimento de alimentos, a secagem de frutas e legumes, forno, dessalinização da água, etc (HANSEN *et al.*, 2010).

Para suprir necessidade de água potável, faz-se necessário o emprego de alguma tecnologia para tratar a água, de forma que reduza a níveis aceitáveis as substâncias químicas dissolvidas e os agentes biológicos que representam risco à saúde humana. Haja visto o efeito desejado, uma alternativa pertinente é o emprego da dessalinização, pois no processo de evaporação as moléculas de água se desprendem da fase líquida e deixa para trás a maior parte das impurezas presentes, resultando, quando condensada, uma água com grau de pureza satisfatório.

Para a aplicação da destilação em locais subdesenvolvidos economicamente, deve-se considerar dois fatores decisivos: a disponibilidade da energia e a autonomia operacional. Quanto à energia, ressalta-se que em comunidades nas quais não há disponibilidade de energia elétrica, torna-se impraticável a utilização dos processos convencionais por compressão, eletrodialise e osmose reversa, haja vista a necessidade de equipamentos que demandam grande quantidade de energia elétrica. Do ponto de vista da autonomia, é desejável que o sistema de destilação seja construído de



materiais simples e acessíveis, podendo ser instalado e mantido com mão de obra local.

Partindo do uso da tecnologia social e observando a escassez de água, pesquisadores investigam várias maneiras de dessalinizar a água do mar. Um método comum de dessalinização da água do mar é o uso de sistemas térmicos que geralmente são de dois tipos: dessalinização de múltiplos efeitos (MED) com compressão térmica de vapor e sistemas de dessalinização flash de múltiplos estágios (MOGHIMI *et al.*, 2018).

Esses sistemas funcionam com base na técnica convencional de dessalinização (evaporação/condensação) e podem produzir água pura ou fresca em uma vasta gama de capacidades. Os sistemas MED são simples no layout e confiáveis no funcionamento; portanto, esses sistemas têm sido amplamente utilizados, especialmente no Oriente Médio, para explorar as águas do Golfo Pérsico, que são conhecidas por terem uma temperatura relativamente alta, nível de poluição, atividade biológica e teor de sal (MOGHIMI *et al.*, 2018).

Embora aproximadamente 70% da superfície terrestre seja recoberta por água, a maior parte está contida nos mares e oceanos, restando somente 2,5% de água doce e apenas cerca de 0,3% constitui a porção de água doce presente em rios e lagos.

Preponderando o descrito, o presente estudo visou proporcionar uma tecnologia alternativa de expressivo alcance social para a autossuficiência em água para usos gerais nos locais onde este recurso é escasso. Para isso foram utilizados materiais de baixo custo e de fácil acesso que se adapte as condições ambientais, sociais e culturais da sociedade que faz uso dessa tecnologia.

## 2 | METODOLOGIA

Inicialmente, se fez necessária a construção de uma estrutura a ser utilizada. Para isso, foram usados os seguintes materiais: cimento, tijolos, ferramentas de medição, vidros, torneira, cano de PVC, tiras de borracha, cola silicone, lona de plástico cor preta e reservatório para armazenamento. Logo em seguida, escolheu-se um local apropriado para instalar o projeto, onde a planicidade e a exposição, que são essenciais, não sejam afetados por fatores que impeçam a incidência do sol ao longo do dia.

Segundo relatos da literatura a região mais apropriada para que seja executado esse projeto é chamada de *Solar belt* (Figura 1). É uma extensão do planeta em que ocorre uma maior incidência de raios solares com grande potencial energético (PENG, 2018).

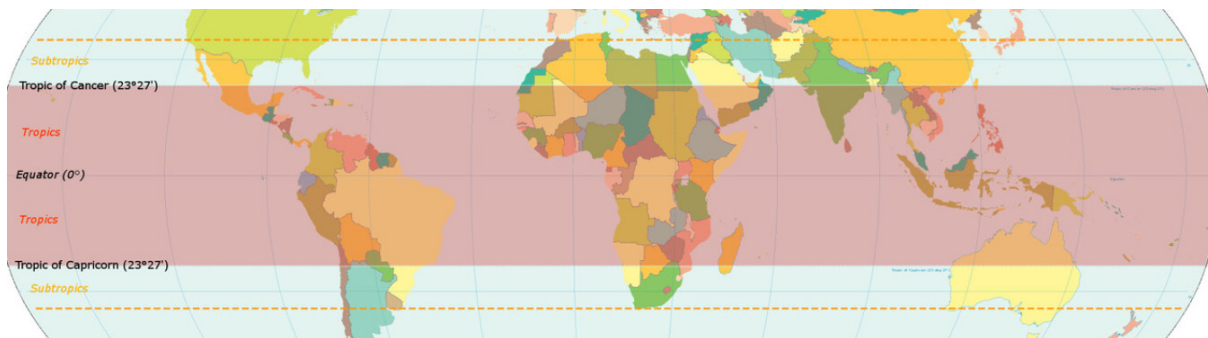


Figura 1: Solar belt.

Fonte: Peng (2018).

A construção de toda estrutura foi feita a partir de alvenaria através de técnicas e materiais de fácil acesso e alta duração. Para facilitar todo o projeto, inicialmente foi realizado uma simulação com o auxílio do programa Solidworks2016 com vista 3D (Figura 2).

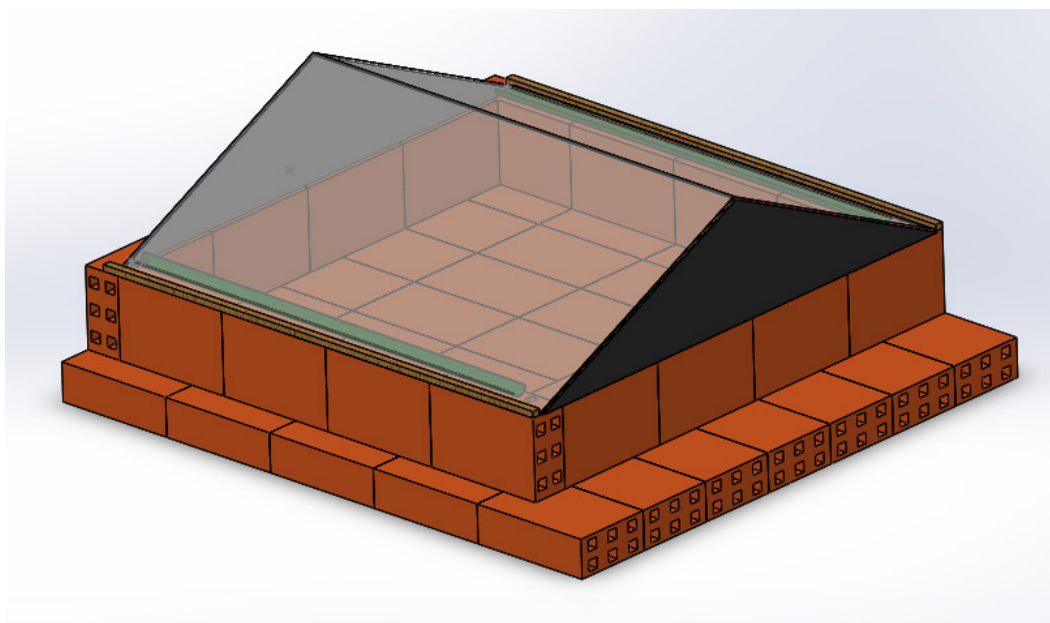


Figura 2: Dessalinizador no Solidworks16 com vista 3D.

Fonte: Autoria própria

O parâmetro inicial para a montagem foi definido que seria área interna contendo aproximadamente , baseado em estudos, cada milímetro de altura equivale a 1 litro (SELVARAJ e NATARAJAN, 2017). Duas canaletas são feitas apenas com a partição de um cano na seção longitudinal, posteriormente, as mesmas são instaladas com certa inclinação na base de cada vidro, de forma que possibilitem a captação das gotas e façam-nas escorrer corretamente pelo sistema. Os canos são montados de forma que conectam as duas canaletas para uma única saída, ligada ao reservatório externo, onde deve ser devidamente vedado.

Apesar da escolha de declive duplo, existe também o declive único que é o mais

simples dispositivo de dessalinização solar. A escolha do declive duplo foi devido à área de captação dos raios solares ser maior nesta geometria, em comparação com a de declive único, em que o vidro está direcionado apenas para um lado.

Os vidros devem ser posicionados de acordo com a figura acima, com a base em cima de cada canaleta, para que as gotas escurram para o lugar correto.

Existe um trabalho onde foi realizado experimento em que a inclinação para a recepção dos raios solares foi de  $30^\circ$  em Mehsana, Gujarat, onde o ângulo de latitude é  $23,6^\circ$ . Outro feito no Egito que está situado com ângulo de  $26^\circ$ , a estrutura do dessalinizador estava inclinado a um ângulo de  $20^\circ$ . O experimento de um dessalinizador de declive único, realizado na Síria, o ângulo de inclinação adotado foi de  $45^\circ$ , enquanto o ângulo de latitude deste país é de  $35^\circ$ . Assim, um ângulo equivalente ao de ângulo de latitude obtém uma relação de  $\pm 10^\circ$  onde foi mantido por muitos dos pesquisadores preponderando que esses locais aos quais foram utilizados não fazem parte do *Solar belt* (NARAYANA e RAJU, 2018; EHSSAN *et al.*, 2013; GHASSAN *et al.*, 2013).

A escolha da angulação dos vidros foi tomada observando projetos em que a região global na qual se encontravam estavam dentro da *Solar belt* e usavam valores de angulação entre  $20^\circ$  e  $30^\circ$ , visto que os experimentos realizados em regiões fora do *solar belt* (maior latitude) adotaram valores maiores do que  $30^\circ$  de inclinação (HITESH, 2012; SELVARAJ e NATARAJAN, 2017).

Para que o experimento ocorra de forma correta, a vedação adequada da estrutura é essencial para a geração do efeito estufa, e assim possibilitando o aumento da temperatura interna sem permitir que o vapor escape. Para isso, cola de silicone e tiras de borracha foram utilizadas, vedando os vidros na estrutura. Para isolar outras regiões, como as canaletas, e tubulações, mais uma vez foram utilizadas tiras de borracha com larguras diferentes dependendo da região. E por fim, a estrutura é revestida internamente por uma lona de plástico preta, cuja os objetivos são impermeabilizar o seu interior e absorver mais calor em função da sua cor.

A espessura do vidro proporciona uma influência direta quando relacionado com incidência, refração e retenção de parte dos raios solares. Em relatos da literatura é possível encontrar trabalhos nos quais os autores Anburaj (2013), El-Bassuoni (1986) e Kalidasa *et al.* (2008), tenham utilizado vidros com espessuras que variam de 3mm a 6mm. Levando isso em consideração observou-se que para tentar garantir uma melhor eficiência do dessalinizador foi utilizado uma espessura de 3mm, visto que autores informam que com essa espessura seria possível obter uma eficiência de aproximadamente 15%.

Um dos vidros é removível enquanto o outro é fixado na estrutura. Essa remoção acaba por facilitar o abastecimento de água e posteriormente a limpeza interna- ambos são feitos de forma manual. Após o abastecimento, o vidro é reposicionado e vedado para garantir que o processo ocorra do modo desejado.

Para que ocorra a coleta da água dessalinizada, há um sistema de encanação

que liga as duas canaletas a uma única saída, que por sua vez leva ao reservatório externo. Já para a água restante na estrutura, há um ralo controlado por uma torneira, que se encontra instalado no chão do interior.

Visando uma melhor análise de dados, foi utilizado o cálculo da eficiência conforme mostra a Equação 1:

$$E = \frac{V_c}{V_I} * 100\% \quad (1)$$

Em que:

E = Eficiência

$V_c$  = Volume captado

$V_I$  = Volume inicial

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para as realizações dos experimentos foram imprescindíveis a obtenção de dados sobre o tempo. Deveria ser utilizado um piranômetro para tal, porém com a ausência do mesmo, foi usado o AccuWeather (Estação meteorológica contendo dados climáticos). Foi realizado em triplicata, com dias sequenciais, onde em cada dia de experimento foram manuseados 3 litros de água do mar. Os testes se iniciaram às 08 horas da manhã e finalizados às 16h da tarde. Todo experimento foi realizado na cidade de Aracaju no estado de Sergipe.

No primeiro dia o tempo era previsto para conter nuvens, o que de certa forma acaba por barrar muitos raios. Devida a grande importância de incidência de raios solares, realizou-se observações constantes do tempo ao longo do dia. Durante a realização foi notado que durante um curto período de tempo, entre os horários de 11 horas e 14 horas sucedeu uma grande incidência de raios, pois não haviam nuvens. Ao término do experimento, foi obtido aproximadamente 0,5 litro d'água. Com isso, acredita-se que esse valor tenha sido baixo por conta da pouca incidência de raios ao longo do dia.

Para o segundo dia de experimento novamente o tempo foi observado ao longo do dia, e notou-se que o mesmo permaneceu com poucas nuvens que atrapalhavam a incidência solar. Com o fim do experimento, foi registrada uma obtenção de pouco mais de 1 litro d'água.

No terceiro dia de experimento ocorreu de forma semelhante ao segundo, porém foi registrado 0,8 litros d'água.

A água que acaba por não ser dessalinizada é removida da estrutura e devolvida ao mar, enquanto que toda a água que é coletada após a dessalinização é armazenada em um reservatório próprio para tal, podendo também ser coletada no próprio local e feita seu uso, pois na saída da estrutura existe uma torneira acoplada que permite esta ação.

Foram utilizados 3 litros de água do mar, pois é necessário que os raios solares consigam penetrar até a lona que está instalada na base da estrutura (Figura 3), onde a mesma tem uma coloração negra para que possa fornecer um maior aquecimento (ELANGO E KALIDASA MURUGAVEL, 2015). O aquecimento da água do mar, com grandes quantidades, talvez não obtivesse tamanha eficiência pois necessitaria de mais energia para aquecer toda a água.



Figura 3- Estrutura com lona instalada na base.

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 1 mostra as eficiências obtidas no experimento.

| Dias  | Litros obtidos | Eficiência |
|-------|----------------|------------|
| Dia 1 | 0,5            | 16,67%     |
| Dia 2 | 1,1            | 36,67%     |
| Dia 3 | 0,8            | 23,33%     |

Tabela 1- Eficiências obtidas.

Fonte: Autoria própria

Se tratando de eficiência, nos dados mencionados em Narayana e Raju (2018), um experimento onde obteve-se uma eficiência máxima de 15,02% para 4 litros de água onde faz uso de reservatório extra para aquecimento prévio, bomba, declive único e inclinação de 30°. Enquanto no presente trabalho a máxima eficiência foi de aproximadamente 37%, onde não é feita com o auxílio de bomba, nem com reservatório extra de aquecimento e o declive é duplo com inclinação de 25°.



É possível que tenha sido obtido mais que o dobro de eficiência devido ao declive ser duplo, pois assim mais raios penetram, o que gera um aquecimento mais rápido ou até mesmo por uma má vedação no trabalho da autora.

Em outro relato da literatura, Elango e Murugavel (2015), mostra que é possível obter uma eficiência de 41,14% quando se tem um declive dupla de 30°, enquanto que a eficiência para o declive único de 30° apresenta 30,86%. Isso prova que, declive duplo ainda é o melhor a ser utilizado que o declive único.

## 4 | CONCLUSÃO

Os experimentos mostraram que foi possível a obtenção da água dessalinizada com sucesso, apresentando resultados diários satisfatórios de até mais de 1 litro em um dia de sol para uma quantidade de 3 litros de água do mar. Tendo como referência a comparação com os demais estudos contidos na literatura, percebeu-se que a eficiência obtida foi bastante aceitável, atingindo valores aproximadamente 37%, e, considerando o seu baixo custo, faz-se acreditar cada vez mais no grande potencial de utilização do projeto como uma tecnologia social, muito embora seja necessário um maior aprofundamento para a obtenção de valores mais seguros.

Sendo assim, indubitavelmente a equipe se mostra motivada com os experimentos que ainda estão sendo aprimorados para melhores resultados, da mesma forma que o equipamento também acabará por ser otimizado, visando a utilização de equipamentos de medição de irradiação solar em futuros testes. A equipe já pensa na possibilidade de desenvolver um projeto 2 em 1, onde a mesma estrutura funcionará como um dessalinizador e um fogão solar, sendo assim, um grande potencial como uma nova tecnologia social.

## REFERÊNCIAS

AccuWeather ,**AccuWeather**, 2018, Disponível durante 10.07 - 11.10.2018 <https://www.accuweather.com/pt/br/aracaju/36757/weather-forecast/36757>, Último acesso em: 11.10.2018.

AL-HASSAN, A. G., ALGAMI, S. A., Exploring of Water Distillation by Single Solar Still Basins, **American Journal of Climate Change**, 2013, 2, 57-61.

ANBURAJ, P., SAMUEL, R. H., MURUGAVEL K. K., Performance of an Inclined Solar Still with Rectangular Grooves and Ridges, **Applied Solar Energy**, 2013, Vol. 49, No. 1, pp. 22–26.

EL BASSOUNI, A.A. Enhanced solar desalination unit: modified cascaded still, **Solar & Wind Technology**, Vol. 3, No. 3, p. 189-194, 1986.

ELANGO, T., MURUGAVEL, K. K., The effect of the water depth on the productivity for single and double basin double slope glass solar stills, **Desalination**, 359 (2015) 82–91.

HANSEN, D. L., TEIXEIRA, O. A., SANTANA, J. R. de Estratégias de Desenvolvimento Regional: conceitos e experiências. – São Cristóvão: **Editora UFS**; Aracaju: Fundação Oviêdo Teixeira, 2010. 412 p.



MOGHIMI, M., EMADI, M., AKBARPOOR, A. M., MOLLAEI, M., Energy and exergy investigation of a combined cooling, heating, power generation, and seawater desalination system, **Applied Thermal Engineering**, 140 (2018) 814-827.

MURUGAVEL, K. K., CHOCKLINGAM Kn. K. S. K., SRITHAR, K., **Desalination** 220 (2008) 687–693.

NARAYANA R.L., RAJU V.R., Experimental study on performance of passive and active solar stills in Indian coastal climatic condition, **V. Front. Energy (2018)**. <https://doi.org/10.1007/s11708-018-0536-4>.

NASSEF, M. R. E., EL-ABD, Z. M., EL-TAWIL, Y. A., Study on the performance of solar still, **2nd International Conference on Energy Systems and Technologies** 18 – 21 Feb. 2013, Cairo, Egypt.

PANCHAL, N. H., SHAH, K. P., Investigation on solar stills having floating plates, Investigation on solar stills having floating plates, **Panchal and Shah International Journal of Energy and Environmental Engineering** 2012, 3:8.

PENG, P., Simple Solar Lighting and Power Facts – Solar Outside the Sun Belt, **Linkedin**, 2018, Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/simple-solar-lighting-power-facts-outside-sun-belt-peter/>. Acesso em: 11.10.2018.

SELVARAJ, K., NATARAJAN, A., Factors influencing the performance and productivity of solar stills – A review, **Desalination**, 435 (2018) 181-187.

Tecnologia Social, **ITS Brasil – Instituto de Tecnologia Social**, 2018. Disponível em: <http://itsbrasil.org.br/conheca/tecnologia-social/> . Acesso em 11.10.2018.

## ANÁLISE QUANTITATIVA DA PERDA DE MASSA POR OXIDAÇÃO EM BARRAS DE AÇO CARBONO CA-50: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO DA CORROSÃO EM CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL/IFS

### **Francisco Luiz Campos Lopes**

Instituto federal de Sergipe campus Aracaju,  
coordenação de engenharia civil  
Aracaju - Sergipe

### **Michael Douglas Santos Monteiro**

Instituto federal de Sergipe campus Aracaju,  
coordenação de licenciatura em química  
Aracaju - Sergipe

### **Henrique Carvalho Santos Melo**

Instituto federal de Sergipe campus Aracaju,  
coordenação de engenharia civil  
Aracaju - Sergipe

### **Luan Martins Siqueira**

Instituto federal de Sergipe campus Aracaju,  
coordenação de engenharia civil  
Aracaju - Sergipe

### **Francisco Luiz Gumes Lopes**

Instituto federal de Sergipe campus Aracaju,  
coordenação de licenciatura em química  
Aracaju – Sergipe

**RESUMO** : A patologia da corrosão em armaduras de aço é um dos principais fatores que causam a perda de desempenho estrutural nas construções de concreto armado. Algumas dessas problemáticas afetam a sociedade de forma drástica. É necessário que os profissionais detenham o conhecimento fundamental em relação a essa área de atuação. A pesquisa objetivou desenvolver uma proposta

metodológica para contextualizar a patologia da corrosão em armaduras de concreto armado, de forma a possibilitar a compreensão e interpretação dos cálculos eletroquímicos regidos pelas Leis de Faraday. Aplicou-se um questionário de conhecimentos prévios a discentes do curso de engenharia civil do Campus Aracaju/IFS a fim de se obter uma visão macro da compreensão dos mesmos a respeito da ocorrência da corrosão em elementos estruturais. Para o desenvolvimento da parte experimental, foi escolhido o ensaio de corrosão acelerada por imersão modificada (CAIM). O ensaio permitiu uma análise rápida do processo corrosivo, possibilitando a avaliação visual da intensidade de corrosão ao longo do tempo, que caracteriza a dinâmica desse processo, e a compreensão dos processos que ocorrem nas armaduras de concreto armado, permitindo o cálculo e a comprovação da deterioração do processo corrosivo em barras de aço carbono CA-50. Esta proposta metodológica permitirá agregar ao discente e ao docente de cursos de engenharia civil uma formação mais sólida e abrangente a respeito dos processos corrosivos, mediante a experimentação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Patologia das construções; Corrosão em aço carbono; Ensaio CAIM.

**ABSTRACT:** The pathology of corrosion in steel

reinforcement is one of the main factors that cause the loss of structural performance in the constructions of reinforced concrete. Some of these issues affect society in a drastic way. It is necessary that the professionals have the fundamental knowledge in relation to this area of activity. The research aimed to develop a methodological proposal to contextualize the corrosion pathology in reinforced concrete reinforcement, in order to allow the understanding and interpretation of the electrochemical calculations governed by Faraday Laws. A prior knowledge questionnaire was applied to students of the civil engineering course of Campus Aracaju/IFS in order to obtain a macro view of their understanding of the occurrence of corrosion in structural elements. For the development of the experimental part, the modified Immersion Accelerated Corrosion Test (CAIM) was chosen. The test allowed a rapid analysis of the corrosive process, allowing the visual evaluation of the corrosion intensity over time, which characterizes the dynamics of this process, and the understanding of the processes that occur in reinforced concrete reinforcement, allowing the calculation and proof of the deterioration of the corrosion process on CA-50 carbon steel bars. This methodological proposal will allow a more solid and comprehensive training on corrosive processes to be added to the student and teacher of civil engineering courses through experimentation.

**KEYWORDS:** Pathology of buildings; Corrosion in carbon steel; CAIM test.

## 1 | INTRODUÇÃO

A patologia da corrosão em armaduras de aço é um dos principais fatores que causam a perda de desempenho estrutural nas construções de concreto armado. A perda de seção e massa sofrida pelo aço e o efeito dos óxidos expansivos resulta no comprometimento do tempo de vida útil da estrutura. Já, desde 1978, Andrade e Gonzalez constataram que os custos econômicos diretos da corrosão eram estimados em 1,25 e 3,5% do produto interno bruto de um país desenvolvido. Helene, em 1993, concluiu que 52% das manifestações patológicas registradas em estruturas eram oriundas de processos corrosivos do aço carbono.

Dessa forma, é imprescindível manter a durabilidade do concreto para suas diversas aplicações nas construções. Algumas dessas problemáticas afetam a sociedade de forma drástica, tal como em Sergipe, onde a patologia da corrosão é bastante presente pelo fato de sua geografia litorânea.

Segundo laudos técnicos do CREA-SE e da Defesa Civil do estado, a queda da peça metálica do Shopping Jardins em Aracaju (2016), que resultou na morte de um estudante, o desabamento da ponte José Américo de Almeida em Pedra Branca (2015), a ruína da caixa d'água em Dores (2017), que levou duas crianças de 6 anos a óbito, e o desabamento do camarote da Odonto Fantasy em Aracaju (2017) foram provocados pela corrosão de suas estruturas, resultado da falta de manutenção.

O colapso da ponte Riccardo Morandi em Gênova, Itália (2018), é o exemplo mais marcante que ressalta a necessidade do estudo, prevenção e combate da patologia da corrosão estrutural, o incidente levou 43 pessoas a óbito. De acordo com os laudos

técnicos, o menosprezo da concessionária, responsável pela ponte, em relação às manutenções resultou na tragédia.

Mesmo que seja impossível, com as tecnologias atuais, impedir totalmente a penetração de agentes agressivos à estrutura, faz-se de imensa importância a manutenção das estruturas ao longo do tempo para que, com as ações corretas, reduza-se cada vez mais a quantidade de problemas relacionada à patologia em estudo.

É necessário que os profissionais da construção civil apresentem o conhecimento fundamental em relação a essa área de atuação. No entanto, o curso engenharia civil do Campus Aracaju/IFS, aborda essa temática somente na disciplina de patologia das construções, obrigatória no currículo.

Na referida disciplina, abordam-se estudos de casos da patologia da corrosão. O discente, porém, fica sem os conteúdos necessários básicos na área de eletroquímica, tais como a representação das celas eletroquímicas, identificação dos eletrodos e potenciais de oxidação, leis da eletrólise, além de não ter nenhuma experiência prática sobre o processo corrosivo, não obtendo assim, a capacitação necessária para interpretar as informações obtidas pelos aparelhos, tornando-se refém de artigos com casos semelhantes estudados.

Diante disso, o projeto objetivou desenvolver uma proposta metodológica experimental para contextualizar a patologia da corrosão em armaduras de concreto armado, de forma a possibilitar a compreensão e interpretação dos cálculos eletroquímicos regidos pelas Leis de Faraday e disponibilizá-la para os discentes dos cursos de Engenharia Civil do Campus Aracaju/IFS.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Questionário de Conhecimentos Prévios

Para se obter uma visão macro da compreensão dos discentes de engenharia civil sobre a corrosão em elementos estruturais, aplicou-se um questionário de conhecimentos prévios (QCP), com cinco perguntas objetivas, a 11 alunos e ao docente da matéria de patologia das construções (Tabela 1).

|    |   |
|----|---|
| 01 | Qual a importância do estudo da patologia da corrosão nos cursos de engenharia civil?   |
| 02 | Somente com o estudo da disciplina de patologia das construções é possível adquirir o conhecimento necessário para a identificação e análise de processos corrosivos em estruturas? |
| 03 | A utilização de experimentos com ensaios destrutivos agregaria conhecimentos para sua formação?   |
| 04 | O estudo da eletroquímica é necessário para a análise de dados na patologia de corrosão em estruturas?  |

|    |  |
|----|--|
| 05 | O PPC (projeto Pedagógico Curricular) do curso de engenharia civil no IFS/ <i>Campus</i> Aracaju, proporciona subsídios necessários para o formando atuar na área de patologias das construções como engenheiro? |
|----|--|

Tabela 1. Questionário de Conhecimentos Prévios.

## 2.2 Descrição da metodologia experimental

De forma a possibilitar a execução de uma atividade experimental atrativa, de fácil compreensão e que proporcione a abordagem de conteúdos básicos utilizados na eletroquímica, utilizou-se o ensaio de corrosão acelerada por imersão modificada (CAIM).

O ensaio permite uma análise rápida do processo corrosivo e possibilita a avaliação visual da intensidade de corrosão ao longo do tempo (Torres, 2006).

Assim, possibilita de forma concreta e efetiva a avaliação dos efeitos da corrosão em armaduras de aço, através do ensaio gravimétrico da mesma.

### 2.2.1 Preparação dos Corpos de Prova

Cortou-se um vergalhão de 1 metro em 4 pedaços de 20 cm, simulando um ambiente semelhante às construções efetivadas em diversos locais.

Usou se barras CA-50 de diâmetro de 12,5 mm. As barras devem passar por uma limpeza mecânica realizada com escovas de aço e por uma limpeza química, normatizada pela ASTM G1-90, onde mergulham-se as barras por 10 a 15 minutos na solução CLARK (20 g de trióxido de antimônio, 50 g cloreto estanhoso e 1 L de HCl).

Durante este procedimento é importante ressaltar o quão é importante a aferição da massa inicial de cada barra e seus respectivos diâmetros efetivos para a realização do ensaio gravimétrico e a avaliação da perda de seção, de forma a obter resultados precisos. Deve-se etiquetar cada barra para sua identificação, de forma a não prejudicar a realização da prática e a compreensão dos fatos ocorridos.

### 2.2.2 Sistema para realização do ensaio CAIM

Os materiais que devem ser utilizados precisam oferecer um suporte seguro e que permita a visualização dos processos. Deve-se operar o ensaio com um aquário ou béquer que permita a imersão de 2/3 da barra na solução salina. No ensaio realizado foi utilizado um béquer de 3,5L.

Para permitir uma simulação de um ambiente altamente agressivo preparou-se uma solução salina com 4,76% de cloreto de sódio (50g de NaCl P.A para 1L de água destilada). No processo, para permitir ao estudante observar a patologia em um tempo reduzido, utilizou-se a impressão de corrente. Deve-se usar uma fonte de alimentação de tensão, no ensaio foi utilizada a Hikari HF-3003 Skmki88.

As barras foram ligadas ao pólo positivo da fonte onde ocorrerá a oxidação

(ânodo), e no pólo negativo, onde ocorre a redução, conecta-se uma placa de aço galvanizado (cátodo). A figura 1 mostra a disposição do sistema montado.

Nesta etapa do experimento deve-se contextualizar os conteúdos básicos da eletroquímica, tais como a montagem das celas eletroquímicas, identificação dos pólos, dos potenciais de redução e das reações que ocorrem.

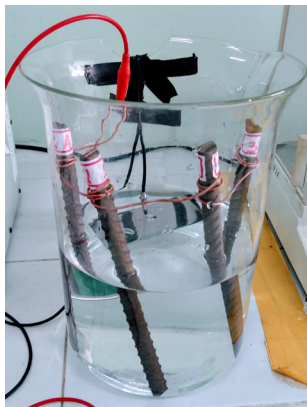


Figura 1 – Representação do sistema montado

Fonte: Autoria própria

Na seqüência, de forma a contextualizar para o discente o processo que ocorrerá com a aplicação da densidade de corrente de corrosão ( $I_{app}$ ), deve-se abordar as Leis de Faraday, comprovando-a mediante o cálculo da perda de massa nas barras de aço.

A densidade de corrente de corrosão é uma unidade que relaciona a corrente elétrica impressa nas barras, pela a área de aço submetida à indução, representada por  $A/cm^2$ .

No ensaio utilizou-se uma tensão de 4,7V e uma amperagem de 3,34A. O ensaio pode ter sua duração definida pelo professor a depender do seu objetivo. Para resultados mais expressivos, as barras foram submetidas à aceleração por 5 horas.

### *2.2.3 Realização do ensaio gravimétrico e de perda de seção*

Baseando-se nos estudos de Cascudo (1997), realizou-se o método gravimétrico que é utilizado em laboratórios visando quantificar a deterioração a partir da determinação da perda de massa dos metais, após a decorrência de um tempo definido de propagação do fenômeno da corrosão.

Finalizada a impressão de corrente, as barras passam novamente por uma limpeza química e pesagem da massa para a análise da perda de massa e seção. Deve-se calcular somente a perda de massa e seção sofrida pela parte imersa da barra, isto é, considera-se apenas a parte imersa como afetada pela corrosão, faz-se então a proporção da massa oriunda dos 2/3 da barra, antes e depois do ensaio, e assim aplica-se para determinação do diâmetro efetivo.



#### 2.2.4 Análise visual durante o ensaio

O tempo que uma estrutura pode resistir às ações das condições propostas são critérios fundamentais para a compreensão da atuação da dinâmica do processo corrosivo nas armaduras de uma construção. Realizou-se uma análise qualitativa, com base em análises visuais, de como as barras se comportaram durante o processo corrosivo.

Esta etapa do experimento permite aos discentes a visualização detalhada de como o processo corrosivo afeta as estruturas metálicas.

No experimento realizado, após os 5 primeiros minutos do ensaio, foi observado que a solução obteve cor alaranjada, por haver pequenas partículas que se desprendem da superfície da barra, dando cor à solução (figura 2).

Após 30 minutos a solução obtém cor acinzentada, o fluxo de partículas sólidas na solução se torna mais intenso e surgem, em certas áreas, pequenas escamas formados por produtos de corrosão, que aos poucos se desprendem da superfície da barra, liberando partículas maiores de coloração escura (figura 3).

Ressalta-se a necessidade de estimular os discentes a relatarem o maior número de observações visualizadas, de forma a compararem com as descrições teóricas disponibilizadas na literatura.



Figura 2- Solução com 5 minutos

Fonte: Autoria própria



Figura 3- Solução com 30 minutos

Fonte: Autoria própria

Com 1 hora de ensaio já se pode tornar perceptível o aumento do volume da barra devido aos óxidos expansivos. Uma película branca surge na superfície da barra, devido ao depósito de sais e, no fundo do béquer, ocorre um depósito dos produtos de corrosão (figura 4).

Após 2 horas, a barra apresenta uma película formada pelos produtos de corrosão. O deslocamento da película libera grande quantidade de resíduos (figura 5).



Figura 4. Solução com 1h  
Fonte: Autoria própria



Figura 5. Solução com 2h  
Fonte: Autoria própria

Com 3 horas de ensaio o depósito de produtos de corrosão no fundo do béquer se torna maior, a película de corrosão não deslaca e torna-se mais espessa (figura 6). Transcorridas 4 horas de ensaio a película formada se apresenta mais coesa (figura 7).



Figura 6. Solução com 3h  
Fonte: Autoria própria



Figura 7. Solução com 4h  
Fonte: Autoria própria

### 2.2.5 Resultado do ensaio gravimétrico e da perda de seção

Na seqüência do experimento, os discentes devem elaborar uma tabela com a perda de massa, tal como a Tabela 2 e uma com relação a diminuição do diâmetro, Tabela 3.

| Barra | Massa da barra (g) (antes) | Massa da barra (g) (depois) | Perda de massa (g) | Percentual da perda de massa (%) |
|-------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------------|
| 1     | 108,94                     | 102,15                      | 6,79               | 6,23                             |
| 2     | 106,79                     | 104,13                      | 2,66               | 2,49                             |
| 3     | 103,91                     | 101,81                      | 2,10               | 2,02                             |
| 4     | 109,32                     | 102,16                      | 7,16               | 6,55                             |
| TOTAL | 428,96                     | 410,25                      | 18,71              | 4,36                             |

Tabela 2: Perda de massa sofrida

Com os resultados gravimétricos, deve-se fazer o cálculo da taxa de corrosão, conforme mostra a Equação (1). A taxa de corrosão oferece uma análise da intensidade da corrosão. No ensaio obteve-se uma taxa de corrosão igual a 21,26 mg/cm<sup>2</sup> por hora.

$$T_{corr} = (W_i - W_f) / (A \cdot t) \quad (1)$$

Em que:

$W_f$ : Massa final

[g]

$W_i$ : Massa inicial

[g]

A: Área submetida à corrosão

[cm<sup>2</sup>]

t: Tempo

[s]

| Barra | Diâmetro efetivo (mm)<br>(antes) | Diâmetro efetivo (mm)<br>(depois) | Perda de<br>seção (%) |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1     | 12,44                            | 12,04                             | 3,21                  |
| 2     | 12,42                            | 12,26                             | 1,29                  |
| 3     | 12,43                            | 12,30                             | 1,04                  |
| 4     | 12,34                            | 11,93                             | 3,32                  |

Tabela 3: Perda de diâmetro

### 2.2.6 Análise da perda de massa teórica de Ferro usando a lei de Faraday

Segundo Ahmad (2009), a massa de ferro produzida por unidade de área da superfície da barra de aço devido à aplicação de corrente, sob certo tempo, pode ser determinada usando Equação (2), baseada na lei de Faraday:

$$W_{th} = (W_M \cdot I_{app} \cdot T) \cdot F^{-1} \quad (2)$$

Em que:

$W_{th}$ : Massa teórica de ferro produzida por unidade de área da superfície

[g /cm<sup>2</sup>]

$W_M$ : Massa entre a massa atômica do ferro e a valência do mesmo

[28g]

$I_{app}$ : Densidade de corrente aplicada

[A/cm<sup>2</sup>]

T: Tempo de aplicação da corrente

[s]

F: Constante de Faraday

[96480 A.s]

Nesta etapa, é importante que o docente contextualize os processos de eletrólise e enfatize a aplicação das Leis de Faraday.

A aplicação das Leis de Faraday para o ensaio forneceu uma perda de massa de ferro de 17,44 g, com uma taxa de corrosão de 19,81 mg/cm<sup>2</sup> por hora. Como a perda de massa de ferro obtida no ensaio foi de 18,71 g, obteve-se uma diferença de 1,27g da projeção teórica para a perda de massa real, ou seja, um erro de apenas 6,78%.

### 2.2.7 Densidade de corrente de corrosão ( $I_{corr}$ )

De forma congruente, utilizando os estudos de Ahmad (2009), pode-se afirmar que a densidade de corrente de corrosão equivalente ( $I_{corr}$ ) pode ser determinada assumindo que a perda de massa teórica e a perda de massa real de ferro são iguais, considerando a teórica como sendo a verdadeira. A partir da Equação (3) temos uma densidade de corrente de corrosão ( $I_{corr}$ ) igual a 18,956 mA/cm<sup>2</sup>:

$$I_{corr} = [(W_{th}) \cdot F] / (\pi \cdot D \cdot L \cdot W_M \cdot T) \quad (3)$$

Em que:

$W_{th}$  : Massa teórica de ferro produzida por unidade de área da superfície

[g /cm<sup>2</sup>]

$W_M$  : Massa entre a massa atômica do ferro e a valência do mesmo

[28g]

$I_{corr}$  : Densidade de corrente de corrosão induzida equivalente

[A/cm<sup>2</sup>]

T: Tempo de aplicação da corrente

[s]

F: Constante de Faraday

[96480 A.s]

D: Diâmetro da barra

[cm]

L: Comprimento da barra

[cm]

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tonche (2014), Araujo (2015) e Marques et. al. (2008), demonstraram que as compreensões dos conteúdos e suas aplicabilidades são necessárias para criar uma conexão entre teoria e prática, além de reduzir um grande obstáculo que é a abstração de conceitos passados em sala de aula, inviabilizando uma relação entre o conhecimento e a compreensão do mesmo.

A análise do QCP permitiu verificar que todos os discentes classificaram o estudo da patologia da corrosão como muito importante. Mais da metade, 58%, afirmaram que somente possuíam conhecimentos para a identificação da patologia, não sendo possível identificar e analisar os processos corrosivos em estruturas e 25% relataram que não se consideravam aptos para opinar sobre a patologia. Foi possível inferir que os discentes possuem apenas uma compreensão básica e fraca do assunto sem o devido aprofundamento.

Para 67% dos estudantes, a utilização de experimentos com ensaios destrutivos agregaria conhecimentos para sua formação, possibilitando uma melhor visualização dos efeitos da patologia, enquanto que 25% admitiram a importância, porém, assinalaram não possuem os conhecimentos necessários para realização de ensaios na área de patologia. Verifica-se que os alunos possuem interesse na metodologia experimental para uma melhor compreensão das patologias. O docente da matéria ao responder essa pergunta ressaltou a falta de tempo na disciplina, dificultando a introdução de atividades práticas.

A maioria dos alunos, 92%, considerou necessário o ensino da eletroquímica para a análise de dados na patologia de corrosão em estruturas, mostrando que os mesmos associam o processo corrosivo a um processo eletroquímico.

Em relação ao PPC do curso de engenharia civil no IFS/*Campus* Aracaju, 58% dos discentes afirmaram que o mesmo proporciona subsídios necessários para o formando atuar na área de patologias das construções como engenheiro, porém, ressaltando a necessidade de maior aprofundamento no assunto. Este resultado mostra a lacuna presente no curso, com isso o engenheiro fica dependente de especialistas e estudos de casos para obter um referencial teórico e prático de estudo.

O ensaio CAIM correspondeu a uma simulação de uma corrosão uniforme e constante, sendo gerada apenas pelo fenômeno eletroquímico, onde não ocorre a influência do pH. Os dados experimentais e teóricos divergiram entre si com variações menores que 7%, indicando que o referencial teórico para a corrosão pode ser utilizado para uma projeção do processo, onde suas variáveis possam ser correlacionadas com a realidade.

Após a realização do ensaio, foi constatado que a parte das barras que não foi imersa na solução não apresentou perda de massa ou seção. Esse fato foi devido à oxigenação da solução, que fez com que somente as partes submersas da barra sofressem com o processo corrosivo, tornando perceptível a ação do oxigênio no

processo corrosivo para os estudantes.

As barras (ânodo) estavam dispostas com diferentes distâncias da placa de aço galvanizado (cátodo), as que estavam mais próximas tiveram maior perda de massa, pois apresentavam menor resistência para a migração de íons devido à distância entre os pólos (figura 8), possibilitando ao aluno perceber a influência do cobrimento do concreto sobre o aço durante o processo corrosivo, tal como a distância entre as armaduras na estrutura.

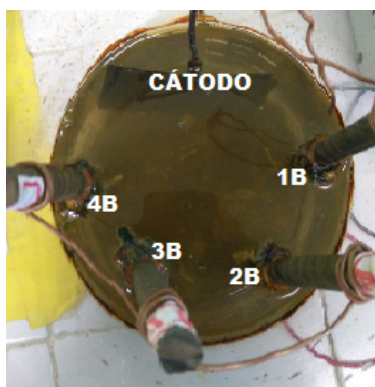


Figura 10. Disposição das barras no béquer durante ensaio

Fonte: Autoria própria

Conforme apresentado por Dominguez (1975) e Amaral (1996), para a melhoria da qualidade do ensino, é de fundamental importância a adoção de uma metodologia de ensino que privilegie a experimentação como uma forma de aquisição de dados da realidade.

Outro fator de fundamental relevância para a compreensão dos fenômenos eletroquímicos é a abordagem da relação entre a densidade de corrente de corrosão aplicada ( $I_{app}$ ) e a densidade de corrosão induzida equivalente ( $I_{corr}$ ). A  $I_{app}$  não é totalmente eficiente em ocasionar a perda de massa igual à  $I_{corr}$ , baseada na lei de Faraday. Ressalta-se para os estudantes que o tempo necessário, para uma mesma taxa de corrosão, é menor se calculada com a  $I_{corr}$ , pois a  $I_{app}$  demanda de certo tempo para que haja a despassivação da barra de aço, assim  $I_{corr} < I_{app}$ .

A tabela 4 permite a visualização das divergências dos resultados obtidos no ensaio com os resultados obtidos teoricamente:

|   | Resultado do ensaio | Resultado teórico | Divergência (%) |
|---|---------------------|-------------------|-----------------|
| Perda de massa (g)                          | 18,71               | 17,44             | 6,78            |
| Densidade de corrente (mA/cm <sup>2</sup> ) | 18,96               | 18,95             | 0,053           |



|   |       |       |      |
|---|-------|-------|------|
| Taxa de corrosão<br>(mg/cm <sup>2</sup> por hora) | 21,26 | 19,81 | 6,82 |
|---|-------|-------|------|

Tabela 4: Divergência entre os resultados obtidos

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A patologia da corrosão em armaduras de aço é um dos principais fatores que causam a perda de desempenho estrutural nas construções de concreto armado. É necessário a aplicação de ações concretas para que se prolongue a vida útil das armaduras de aço atacadas pela patologia em estudo.

É necessário que os profissionais da construção civil apresentem um conhecimento mínimo em relação a essa área de atuação. Foi verificado que os discentes do curso de engenharia civil do Campus Aracaju/IFS não possuem conhecimento suficiente para identificar e analisar os processos corrosivos em estruturas, que a utilização de experimentos com ensaios destrutivos agregaria conhecimentos para sua formação e que o estudo da eletroquímica possibilita a análise de dados na patologia de corrosão em estruturas.

Portanto, a proposta metodológica apresentada possibilita a análise e a compreensão de processos eletroquímicos que ocorrem nas estruturas de concreto armado. Viabiliza o estudo das celas eletroquímicas com visualização e comprovação da corrosão em barras de aço carbono CA-50 de maneira eficiente, com a possibilidade efetiva de cálculos e comparações com as Leis de Faraday.

Esta proposta metodológica permitirá agregar ao discente uma formação mais sólida e abrangente a respeito dos processos corrosivos e dos estudos de patologias ocasionadas pela corrosão, minimizando o hiato entre a real necessidade da compreensão desses fenômenos e o que de fato está proposto no projeto pedagógico do curso de engenharia civil do Campus Aracaju/IFS.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, C.; GONZALEZ, J. A. **Quantitative Measurements of Corrosion Rate of Reinforcing Steel Embed in Concrete Using Polarization Resistance Measurements.** *Werddstoffe und korrosion*, Vol. 29, 1978. p.515-519.

ARAÚJO, Ronaldo Marcos de Lima. **PRÁTICAS PEDAGÓGICAS E ENSINO INTEGRADO.** *Revista Educação em Questão*, Natal, v. 52, n. 38, p. 61-80, maio/ago. 2015.

BROWN, Lawrence S.; THOMAS, Holme A. *Química Geral Aplicada à Engenharia.* 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 652p.

Camarote desaba durante show de Ivete Sangalo e 26 pessoas foram encaminhadas a hospitais. Acessado em 22/10/2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/camarote-desaba-durante-show-de-ivete-sangalo-em-aracaju.ghtml>

CASCUDO, O.; HELENE, P. R. L. **Resistência à corrosão no concreto dos tipos de armaduras brasileiras para concreto armado.** São Paulo: BT/PCC/272,2001.

**Corrosão precoce de estrutura levou à queda da caixa d'água em Dores (SE).** Acessado em 22/10/2018. Disponível em: [http://www.f5news.com.br/cotidiano/corrosao-precoce-de-estrutura-levou-a-queda-da-caixa-d%EF%BF%BDagua-em-dores-se\\_42975/](http://www.f5news.com.br/cotidiano/corrosao-precoce-de-estrutura-levou-a-queda-da-caixa-d%EF%BF%BDagua-em-dores-se_42975/)

GIULLIANO POLITO. **CORROSÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: CAUSAS, MECANISMOS, PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO.** Belo Horizonte, 2006. 185 p. TCC (especialista em avaliação e perícia) - Universidade Federal de Minas Gerais.

HELENE, P.R.L. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado.** São Paulo, 1993. 231 p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

**Laudo do Crea-SE aponta que corrosão provocada pela falta de manutenção causou queda de peça metálica no Shopping Jardins.** Acessado em 22/10/2018. Disponível em: <http://www.crea-se.org.br/laudo-do-crea-se-aponta-que-corrosao-provocada-pela-falta-de-manutencao-causou-queda-de-peca-metalica-no-shopping-jardins/>

MARQUES, André L.; ALVES, Aline J. V.; SILVA, Ana Flávia G. M. da; MORAIS, Lorraine M.; GUIMARÃES, Pâmella G.; LIMA, Jocasta M.; RIBEIRO, Fernanda B.; SANTOS, Leidimar A. M.; MEDEIROS, Eliziane S.; FRANCO, Vânia A.. **A IMPORTÂNCIA DE AULAS PRÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA PARA MELHOR COMPREENSÃO E ABSTRAÇÃO DE CONCEITOS QUÍMICOS.** UFPR, 2008.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P.I.C. e MAINIER, F.B. **Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico.** Química Nova na Escola, n. 19, p. 11-14, 2004.

**Ponte desaba e rompe tubulação de água em Pedra Branca, SE.** Acessado em 22/10/2018. Disponível em: <http://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/2015/05/ponte-desaba-e-rompe-tubulacao-de-agua-em-pedra-branca-se.html>

**Projetista da ponte que desabou na Itália alertou sobre risco de corrosão em 1979.** Acessado em 22/10/2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2018/08/19/projetista-da-ponte-que-desabou-na-italia-alertou-sobre-risco-de-corrosao-em-1979.ghtml>

SANTOS, W.L.P. e SCHNETZLER, R.P. **Educação em química: compromisso com a cidadania.** 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.

TONCHE, Josiane Cipriano Da Silva. **O DESINTERESSE DOS ALUNOS DAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL PELA EDUCAÇÃO ESCOLAR: CAUSAS E POSSÍVEIS INTERVENÇÕES.** Universidade Federal Do Paraná Setor De Educação. Curitiba, 2014.

TORRES, A. S.; **Avaliação da sensibilidade do ensaio CAIM - Corrosão acelerada por imersão modificada - frente ao processo de corrosão em armaduras de concreto armado.** UFRGS, escola de engenharia, programa de pós graduação em engenharia. Porto Alegre, Junho de 2006.

## INFRAESTRUTURA CRÍTICA (IEC) NA GESTÃO DE RISCOS: PLANEJAMENTO DE ROTAS ALTERNATIVAS DE EVACUAÇÃO EM SITUAÇÃO DE DESASTRES NATURAIS POR INUNDAÇÕES UTILIZANDO O MODELO DE TRÁFEGO MATSim

**Estela da Silva Boiani**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Florianópolis-SC

**Magda Camargo Lange Ramos**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Florianópolis-SC

**Graziela Grando Bresolin**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Florianópolis-SC

**Júlio César Farias Zilli**

Universidade do Extremo Sul Catarinense –  
UNESC  
Criciúma-SC

**Luana Barcelos da Silva**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Florianópolis-SC

**RESUMO:** As Mudanças Climáticas têm provocado no mundo alterações de paradigma em relação às situações de desastres naturais, essencialmente na logística relacionadas ao acesso entrada e saída de pessoas em áreas de risco ou pós desastres naturais associados às inundações bruscas e inundações graduais. O presente artigo identifica as colaborações acadêmicas neste assunto e, a partir da Revisão Sistemática (RS) em literatura nacional e internacional foi possível estabelecer artigos relacionados ao tema Infraestruturas Críticas (IEC) na gestão de riscos e sua mobilidade

urbana em rotas rodoviárias alternativas de evacuação a serem utilizadas em situações de desastres naturais provocadas por inundações, um parâmetro para identificação de oportunidades de estudos, contribuindo para ampliar pesquisas e trabalhos futuros. E sugere-se o modelo de tráfego MATsim que pode ser utilizado para simular uma evacuação de grandes áreas urbanas em resposta ao nosso objetivo de rotas alternativas de evacuação em situação de desastres naturais por inundações. **PALAVRAS CHAVE:** Infraestrutura Crítica, Gestão Riscos, Rotas Alternativas Evacuação, Desastres Naturais.

**ABSTRACT:** Climate change has caused in the world paradigm changes from the situations of natural disasters, mainly in logistics related to access entry and exit of people at risk areas or after natural disasters associated with sudden floods and gradual flooding. This article identifies academic collaborations in this matter and, from Systematic Review (SR) in national and international literature be established articles related to Critical Infrastructure (IEC) on risk management and its urban mobility on road routes evacuation alternatives to be used in situations of natural disasters caused by flooding, a parameter to identify opportunities for studies, helping to increase research and future work. And it is suggested that the traffic model

MATsim that can be used to simulate an evacuation of large urban areas in response to our goal of alternative evacuation routes in natural disaster situation by floods.

**KEYWORDS:** Critical Infrastructure, Risk Management, Alternative Routes Evacuation, Natural Disasters.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os desastres naturais são eventos que estão fora do controle imediato tendo como pano de fundo acontecimento adversos naturais ou fomentado pelo homem.

A importância da abordagem em desastres naturais em particular as inundações, está relacionada ao fato das consequências, bem como as demais formas de desastres naturais que têm ocasionado prejuízos socioeconômicos e ambientais em decorrência dos agravos a ela vinculados, entre eles, a mais angustiante e irreparável que é a perda de vidas humanas.

Em diversas regiões do mundo a vulnerabilidade à intensidade e frequência da estiagem e a seca são os eventos mais comuns, seguidos das inundações bruscas e pelas inundações graduais. Esse aumento, -está relacionado à-extensão do evento e o grau de preparação dos assentamentos humanos em especial os localizados em áreas de risco . No Brasil, podem ser acentuados pela falta de planejamento urbano e de uma implantação efetiva de políticas públicas para a prevenção. Segundo Sausen (2015):

A temática de desastres naturais esteve associada, historicamente, às ações de resposta a emergências. Por essa razão, a Defesa Civil desempenha no país papel relevante no desenvolvimento de material técnico e termos legais, ainda que sua atuação não se restringe a resposta e reconstrução.

Neste contexto, mais precisamente, na região de Florianópolis se desenvolve a presente pesquisa, sendo decorrente da preocupação da autora, moradora da região, e vivenciando situações de inundações na cidade que leva consigo a responsabilidade título de Capital do Estado de Santa Catarina, abrigando os Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário do Estado.

Pretende-se nesse artigo apresentar a definição de Infraestruturas Críticas (IEC) de transporte de pessoas por meio de uma Revisão Sistemática (RS), no período de intervalo temporal a partir de 2000 à 2015 século XXI. A comprovação da existência ou não de pesquisas e métodos de identificação e classificação das Infraestruturas Críticas (IEC) na gestão de riscos, com foco na área de transportes de pessoas em áreas de desastres naturais provocadas por inundações.

O sistema de transportes hoje em Florianópolis possui as seguintes rotas públicas de entrada e saída que são: a Ponte Pedro Ivo Campos e Ponte Colombo Salles respectivamente rotas rodoviária, visto que a terceira Ponte Hercílio Luz está interditada desde 1991 (DEINFRA), o Aeroporto Internacional de Florianópolis Hercílio Luz, rota aérea, localizada no sul da ilha, o Pier da Beira Mar Norte localizado no

centro da cidade e o Píer de Canasvieiras localizado no Norte da Ilha que são rotas marítimas.

Por intermédio de uma Revisão Sistemática, foram analisados 45 artigos divulgados em congressos, publicações seriada, periódicos técnicos e comerciais, trabalhos acadêmicos como teses e dissertações ou em anais de eventos. Porém não foram encontrados outras Revisões Sistemáticas (RS) nacionais ou internacionais relacionadas ao tema, sendo esta, portanto, a principal colaboração acadêmica deste artigo. O diagnóstico obtido a partir da Revisão Sistemática (RS) pode ser usado como parâmetro para identificação de oportunidades de estudos e pesquisas, contribuindo para futuros trabalhos.

Sequencialmente a metodologia utilizada na pesquisa, apresenta-se também os critérios de inclusão e exclusão do material encontrado, -os resultados e análise dos mesmos obtidos na Revisão Sistemática (RS) da literatura nacional e internacional analisada, seus resultados e por fim a conclusão.

O problema de pesquisa estabelece: A Infraestrutura Crítica (IEC) na gestão de riscos e sua mobilidade urbana comprometem as rotas rodoviárias alternativas de evacuação a serem utilizadas em situação de desastres naturais provocadas por inundações no Município de Florianópolis/SC?

O objetivo geral trata-se de identificar a Infraestruturas Críticas (IEC) na gestão de riscos e sua mobilidade urbana em rotas rodoviárias alternativas de evacuação a serem utilizadas em situação de desastres naturais provocadas por inundações. Especificamente apresentar literatura sobre a Infraestrutura Crítica (IEC) na gestão de riscos, com foco na área de transportes em áreas de desastres naturais provocadas por inundações. Nesse contexto, apresenta um estudo de caso na cidade de Hamburgo na Alemanha que usa simulador de tráfego para modelar à evacuação de grandes áreas urbanas, em resposta ao nosso objetivo de rotas alternativas de evacuação em situação de desastres naturais por inundações, sugere-se a utilizando o modelo MATSim.

## **2 | CONTEXTUALIZAÇÃO – ILHA DE FLORIANÓPOLIS/SC**

Capital do Estado de Santa Catarina, fundada em 23 de março de 1726, com uma área 436,5 km<sup>2</sup>, elevação 03 metros acima do nível do mar, população 421.240 (Censo IBGE 2010) e população estimada (2015) 459.690 habitantes. ([http://vivendofloripa.com.br/home/http://www.suapesquisa.com/cidadesbrasileiras/cidade\\_florianopolis.htm](http://vivendofloripa.com.br/home/http://www.suapesquisa.com/cidadesbrasileiras/cidade_florianopolis.htm)). A ilha é individualizada do continente pela Baía de Florianópolis, denominadas baías Sul e Norte, sendo que ocorre um estreitamento de canal com largura aproximada de 500 m e uma profundidade máxima de 28 m, sobre o qual foram construídas três pontes que ligam a ilha ao continente (FLORIANÓPOLIS, 2008)

Florianópolis possui um território com forte potencial paisagístico, clima agradável

quente e temperado. Existe uma pluviosidade significativa ao longo do ano. Mesmo o mês mais seco ainda assim tem muita pluviosidade. De acordo com a Köppen e Geiger a classificação do clima é Cfa (clima temperado úmido com verão quente). Florianópolis possui temperatura média de 20.1 °C. 1462 mm é a pluviosidade média no ano. (<http://pt.climate-data.org/location/1235/>).

No histórico do sistema viário, no desenvolvimento da cidade ocorrem expressivas alterações após a construção da Ponte Hercílio Luz em 1926, surge à conexão continente com a ilha em vias terrestres. A cidade deixa de ter seu caráter de acesso inteiramente marítimo.

Os primeiros urbanistas que trabalharam o território no primeiro plano diretor datado de 1952-54, já identificaram a deficiência do sistema viário: o tráfego na área central aumentou consideravelmente após a construção da ponte Hercílio Luz, entretanto, “esse novo conteúdo funcional, teve de ocorrer no mesmo espaço viário primitivo, e entrará, cada vez mais, em conflito com a forma urbana original, com o traçado herdado do passado” (PAIVA, RIBEIRO e GRAEFF, 1952).

Anos 60 a abertura da Avenida Rubens de Arruda Ramos, mudando a designação da Baía Norte. Elevou-se a categoria de área nobre. Em 1962 o porto é desativado, a justificativa é a necessidade de construção de uma nova ponte e conseqüentemente o aterro na orla fronteira à cidade. Na década de 1970 a integração de Florianópolis no projeto rodoviário nacional nasce junto à construção da BR-101. Neste contexto, Florianópolis apresenta as condições necessárias para o desenvolvimento turístico e destaca-se no cenário brasileiro por ser a cidade com maior índice de qualidade de vida e possuir um ritmo crescente de desenvolvimento urbano que hoje é um dos alicerces econômicos do Município.(FLORIANÓPOLIS, 2010).

## **2.1 A infraestrutura crítica (iec) rodoviária de florianópolis na gestão de riscos**

A Infraestrutura Crítica (IEC) rodoviária identificada em Florianópolis possui poucas rotas públicas de entrada e saída que são: a Ponte Pedro Ivo Campos e Ponte Colombo Salles respectivamente as únicas rotas rodoviária, visto que a terceira Ponte Hercílio Luz está interdita desde 1991 (DEINFRA), o Aeroporto Internacional de Florianópolis Hercílio Luz, rota aérea, localizada no sul da ilha, o Pier da Beira Mar Norte localizado no centro da cidade e o Píer de Canasvieiras localizado no Norte da Ilha que são rotas marítimas esses dois últimos são apenas associados a embarcações de turismo para o verão.

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), apresenta dados importantíssimos por meio de um Atlas editado pelo Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED), que mapeia e divulga estatísticas de desastres naturais no Brasil.

De acordo com o referido Atlas, o Brasil registrou entre os anos de 1991 a 2010, o total de 31.909 desastres naturais onde, o equivalente a um terço, ou seja, (10.716)



aconteceram na Região Sul e o Nordeste foi à região mais atingida com 12.851 eventos de desastres naturais (UFSC, 2012, p. 91).

Considerando o exposto, Santa Catarina, apesar de constituir-se o menor Estado da Região Sul, e o que apresenta o maior número de pessoas atingidas e dentre os 10 (dez) municípios mais afetados no Brasil, os dados apresentados assinalam que os 7 (sete) primeiros são: Chapecó, Canoinhas, Tangará, Concórdia, Seara, Abelardo Luz e Itá, todos localizados em Santa Catarina. (UFSC, 2012. p. 88).

### 3 | METODOLOGIA

Por intermédio de uma Revisão Sistemática (RS), realizada com estratégias de busca em base de dados a partir da seleção de descritores ou palavras-chave: *“infraestrutura crítica”* e *“infraestrutura crítica”* (nova ortografia), optou-se por utilizar o operador booleano AND a fim de delimitar a abrangência da pesquisa e mostrar que abrange apenas as palavras digitadas, seguida dos termos *“desastres naturais”* e *“mobilidade urbana”*, quando se tratar de literatura nacional e sua variação quando se tratar da literatura internacional: *“critical infrastructure”* and *“natural disasters”* e *urban mobility”* respectivamente. O emprego das aspas demarca a busca mostrando apenas os resultados que continha duas palavras juntas sem nenhum outro termo entre elas. Os resultados encontrados na busca superior a 200 foram classificadas como “Pesquisa muito abrangente. Ignorada”. As bases de dados utilizadas no eixo da Ciências exatas e da terra, multidisciplinar e engenharias: Portal de Periódicos CAPES/MEC, Portal de Periódicos SciELO, Fonte: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e tecnologia (IBICT), Directory of Open Access Books (DOAB), Directory of Open Access Journals(DOAJ), SPRINGER, Wiley online Library, EBSCO HOST - Publicações Científicas, Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) EUA, Institution of Engineering and Technology (IET) Inglaterra, Associação Brasileira Normas Técnicas \_ Coleção ABNT-NBR-ISO, ABNT-NBR-IEC, ABNT-NBR-NM, ISO-International Organization for Standardization. We develop and publish International Standards, Domínio Público. Esse estudo norteou o desenvolvimento de pesquisas de localização e seleção dos artigos respondendo às expectativas quanto a temática abordada no intervalo temporal a partir de 2000 à 2015 século XXI.

Nos próximos passos incorporou-se uma avaliação crítica da qualidade com critérios claros de exclusão e inclusão dos artigos determinando sua utilidade e se existem possibilidades dos resultados possuírem um viés.

A aplicação dos critérios de seleção dos achados e justificação das possíveis exclusões: intervalo temporal de 2000 à 2015 século XXI, repetição nas bases de dados, o conceito de Infraestrutura Crítica (IEC) na ordem Energia, Transporte, Barragens, Petróleo, Água e Sistemas de Informação segundo o conceito do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (GSIPR), ênfase em transporte

rodoviário; relação direta com desastres naturais por inundações, enchentes e enxurradas; a escala espacial de análise abrange nível mundial.

Prosseguindo a extração, síntese dos dados e sequencialmente a interpretação com um olhar na questão norteadora da pesquisa Infraestruturas Críticas (IEC) na gestão de riscos: Existe mobilidade urbana e rotas rodoviárias alternativas de evacuação a serem utilizadas em situação de desastres naturais provocadas por inundações no Município de Florianópolis/SC?. Em resposta, sugere-se utilização do modelo simulador de tráfego MATsim em resposta ao nosso objetivo de rotas alternativas de evacuação em situação de desastres naturais por inundações. E concluindo a redação e publicação dos dados.

## 4 | REVISÃO SISTEMÁTICA (RS)

A seguir apresenta-se a Revisão Sistemática (RS) realizada com estratégias de busca na literatura nacional e internacional em base de dados de 14 publicações.

### 4.1 Publicações nacionais e internacionais

**Publicação:** Portal de Periódicos CAPES/MEC, Portal de Periódicos SciELO, Fonte: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e tecnologia (IBICT), Directory of Open Access Books (DOAB), Directory of Open Access Journals(DOAJ), SPRINGER, Wiley online Library, EBSCOHOST - Publicações Científicas, Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) EUA, Institution of Engineering and Technology (IET) Inglaterra, Associação Brasileiras Normas Técnicas \_ Coleção ABNT-NBR-ISO, ABNT-NBR-IEC, ABNT-NBR-NM, ISO-International Organization for Standardization. We develop and publish International Standards, Domínio Público.

| Palavras-chave                                    | Resultados analisados   |
|---|---|
| “Infraestrutura crítica”                          | <b>Exclusões:</b> eletricidade e cerâmica, criação suína, área social adolescência.<br>Sistemas de informações, política, informação e sociedade  |
| “Infraestrutura crítica”                          | <b>Exclusão:</b> telecomunicações, ataques cibernéticos, tecnologia da informação, logística para exportação, ciência sem fronteiras, mobilidade transporte público, medicina e saúde, barragens, educação, demais assuntos. formação de professores.<br><b>Inclusões:</b> Financiamento de projetos de transportes, grandes projetos de infraestrutura América Latina, especificidades do debate Público sobre as Grandes Infraestruturas, |
| “Infraestrutura crítica” and “desastres naturais” | *   |
| “Infraestrutura crítica” and “desastres naturais” | *   |

|   |   |
|---|---|
| “critical infrastructure”                         | <p><b>Exclusões:</b> redes computadores, industriais e produção, área médica:neural, economia financeira, saúde e segurança,ferramentas computacionais, terrorismo, administração pública, governança, sistemas de informação computacional, políticas de informações, emergência e segurança em crises, Sistemas de informações, Cibersegurança, administração corporativa, racker/crackers, linguagem textual.</p> <p><b>Inclusões:</b> Danos causados por inundações e flash-rios sobre infra-estruturas críticas, Proteção das Infraestrutura na União Europei, Avaliação da vulnerabilidade da infraestrutura, Insights sobre o papel das infra-estruturas críticas, Infra-estruturas críticas: ameaças, vulnerabilidades e proteção, Críticas a Protecção das infra-estruturas, Ameaças aos sistemas de transporte, Avaliação de riscos de inundação</p>  |
| “critical infrastructure” and “natural disasters” | <p><b>Exclusões:</b> Energia, tsunamis, instalações nucleares,segurança militar, barragens, portos marítimos e abalos sísmicos,telecomunicações, vulnerabilidade e emergência social, contaminação ambiental, resiliência sísmica, perigos tóxicos, simuladores de desastres, estruturas em engenharia,ecoturismo, resíduos tóxicos, saúde, vulnerabilidade social, comunicação, políticas outros tipos de desastres: seca, vendaval, etc... Sistemas de informação,micro informação, monitoramento remoto, telefonia móvel, vulnerabilidade sistemas, energia, redes computacionais, ataques cibernéticos,</p> <p><b>Inclusões:</b>Padrões e limitações na mobilidade Resiliência Humana Urbana, Alocação Fundo de Transporte de recuperação da rede, Multiescala dos segmentos de estrada em um cenário de interrupção da rede 6) Identificar infraestruturas críticas, Impacto das condições de estrada e interrupção, Avaliação de vulnerabilidade e análise interdependência das infraestruturas críticas, Inundações através da lente da atividade celular, Modelo de localização instalações médicas, Mudança do Clima Planejamento Infraestrutura, Tomada de decisão por eventos extremos, resiliência das redes de transporte a falhas, Computer-based collaborative training, análise de vulnerabilidade rede rodoviária, Impactos desastres naturais sobre infra-estrutura rodoviária, manutenção é de Segurança Nacional, Infraestruturas críticas: ameaças, vulnerabilidades e proteção, Padrões e limitações de mobilidade Resiliência Humano Urban , Otimizar o posicionamento de Sinais de evacuação na Rede Rodoviária Matsim,</p> |
| “critical infrastructure” and “urban mobility”    | <p><b>Exclusões:</b>Efeitos de poluentes na saúde, ciclismo, política urbana, energias, Amazônia e hidrelétricas, mobilidades e poluição. Repetição de textos, Sistemas de informações, política, informação e sociedade, mobilidade smartphones e tecnologias em celulares, bibliotecas e mobilidade de informações</p> <p><b>Inclusões:</b> Condiciones Técnicas para la ejecución de infraestructuras de movilidad y transport Bogotá. .</p>   |
| “Infraestrutura crítica” and “mobilidade urbana”  | <p><b>Exclusões:</b> acidentes transportes, aquaviários, políticas públicas, racionalidade econômica, vulnerabilidade social, geoprocessamento, mobilidade tecnológica, saúde, Copa 2014, telecomunicações estado de direito, habitação e poder,consumo qualidade de vida</p>   |

TABELA 1 -PUBLICAÇÕES NACIONAIS E INTERNACIONAIS

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

## 5 | RESULTADOS ENCONTRADOS

A Revisão Sistemática (RS) utilizando bases de dados revelou um total de 21.368 artigos como se apresenta na tabela 2, a seguir, onde foi caracterizado o quantitativo encontrado segundo os critérios de exclusão e inclusão já mencionados

anteriormente na metodologia. Foram selecionados para análise 47 artigos para análise, mas, destes, 45 foram efetivamente analisados. No que se refere aos artigos encontrados, para redução, constatou-se a repetição dos artigos 03 e 31, no Portal de Periódicos CAPES/MEC e Directory of Open Access Journals(DOAJ). A mesma situação de repetição, aconteceu com os artigos 26 e 30, na base de dados Directory of Open Access Journals(DOAJ).

## 5.1 Publicações nacionais e internacionais no todo encontradas na RS

|                                    | Número de artigos encontrados | Número de artigos excluídos | Número de artigos incluídos |
|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>TOTAL DE FONTES PESQUISADAS</b> | <b>21368</b>                  | <b>21322</b>                | <b>45</b>                   |

TABELA 2- PUBLICAÇÕES NACIONAIS E INTERNACIONAIS NO TODO ENCONTRADAS NA RS

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

No que se refere às pesquisas nacionais e internacionais, foram encontrados apenas 02 artigos escritos por autores nacionais e 43 artigos de autoria internacional relacionado ao tema pesquisado.

No desenvolvimento da pesquisa, constatou-se que os artigos foram escritos nos últimos 5 anos como se apresenta na Tabela 3, a seguir:

## 5.2 Publicações nacionais e internacionais encontradas nas RS -ano/publicação

| PUBLICAÇÕES/ARTIGOS  | Ano                                      |
|--|--|
| Portal de Periódicos CAPES/MEC<br><i>Maior número de publicações aconteceram nos últimos 5 anos</i>  | 2004 a 2016                              |
| Portal de Periódicos SciELO  | Ignorado não existência de fonte/artigo  |
| Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e tecnologia (IBICT).<br><i>Maior número de publicações aconteceram nos últimos 5 anos</i> | 2015                                     |
| Directory of Open Access Books (DOAB)  | Ignorado pelo número excessivo de fontes |
| Directory of Open Access Journals(DOAJ)<br><i>Maior número de publicações aconteceram nos últimos 5 anos</i>   | 2010 à 2016                              |
| SPRINGER   | Ignorado pelo número excessivo de fontes |
| Wiley online Library<br><i>Maior número de publicações aconteceram nos últimos 5 anos</i>  | 2008 a 2015                              |
| EBSCO HOST - Publicação Científica   | 2009 e 2015                              |
| Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) EUA<br><i>Maior número de publicações aconteceram nos últimos 5 anos</i>   | 2007 a 2015                              |
| Institution of Engineering and Technology (IET) Inglaterra   | Ignorado pelo número excessivo de fontes |
| Associação Brasileiras Normas Técnicas. Coleção ABNT-NBR-ISO, ABNT-NBR-IEC, ABNT-NBR-NM  | Ignorado não existência de fonte/artigo  |

|  |  |
|--|--|
| ISO - International Organization for Standardization. We develop and publish International Standards | Ignorado pelo número excessivo de fontes |
| Domínio Público  | Ignorado não existência de fonte/artigo  |

TABELA 3- PUBLICAÇÕES NACIONAIS E INTERNACIONAIS ENCONTRADAS NAS RS - ANO/ PUBLICAÇÃO

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

A pesquisa apresentou que o maior número de artigos, 18, estão localizados no Portal de Periódicos CAPES/MEC, e suas publicações ocorreram nos últimos 5 anos. No Directory of Open Access Journals(DOAJ), encontrou-se 11 artigos e suas publicações concentraram-se também nos últimos 5 anos. Sequencialmente na publicação Wiley online Library e Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) EUA, existem 07 a 06 artigos compilados igualmente nos últimos 5 anos. Nas bases Portal de Periódicos SciELLO, Directory of Open Access Books (DOAB), Institution of Engineering and Technology (IET) Inglaterra, Associação Brasileiras Normas Técnicas, Coleção ABNT-NBR-ISO, ABNT-NBR-IEC, ABNT-NBR-NM, ISO-International Organization for Standardization We develop and publish International Standards e Domínio Público, não foram encontrados nenhum artigo ou a busca foi considerada ignorada pela existência de um número excessivo de fontes.

Já os resultados encontrados na RS classificados em artigos nacionais e internacionais, apresentam-se na Tabela 4, a seguir:

### 5.3 Publicações nacionais e internacionais encontradas na RS

| <b>PUBLICAÇÕES /PESQUISADAS</b>   | <b>Nacionais</b> | <b>Internacionais</b> |
|---|------------------|-----------------------|
| Portal de Periódicos CAPES/MEC  | 02               | 16                    |
| Portal de Periódicos SciELLO  | 0                | 0                     |
| Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e tecnologia (IBICT). | 0                | 01                    |
| Directory of Open Access Books (DOAB)   | 0                | 0                     |
| Directory of Open Access Journals(DOAJ)   | 0                | 11                    |
| SPRINGER  | 0                | 0                     |
| Wiley online Library  | 0                | 07                    |
| EBSCO HOST - Publicações Científicas  | 0                | 02                    |
| Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) EUA   | 0                | 06                    |
| Institution of Engineering and Technology (IET) Inglaterra  | 0                | 0                     |
| Associação Brasileiras Normas Técnicas. Coleção ABNT-NBR-ISO, ABNT-NBR-IEC, ABNT-NBR-NM                           | 0                | 0                     |
| ISO - International Organization for Standardization. We develop and publish International Standards              | 0                | 0                     |

TABELA 4- PUBLICAÇÕES NACIONAIS E INTERNACIONAIS ENCONTRADAS NA RS

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

## 6 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Segundo a literatura pesquisada, inicia-se a referida pesquisa falando sobre a Infraestrutura Crítica (IEC) na gestão de riscos, com foco na área de transportes rodoviários em áreas de desastres naturais. No que tange a espacialidade nacional encontrou-se 2 artigos de um total de 45 analisados, ressaltando que um artigo que trata de grandes projetos de infraestrutura no país, e estuda o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). O segundo artigo encontrado, busca conhecer o cenário dos grandes projetos de infraestrutura que tem participação do Brasil, executados no país e em outros países da América do Sul, ou seja, não corresponde ao objetivo específico apontado no início desta Revisão Sistemática (RS).

O maior número de publicações encontradas traz à espacialidade internacional, totalizando 43 artigos. Analisando seu contexto, alguns artigos estão associados a estudos de casos realizados nos Continentes Americano e Europeu.

Os assuntos referem-se a Infraestrutura Crítica (IEC) e as novas tecnologias de *softwares*, avaliação da importância das redes de transporte rodoviário, exemplo da utilização do tempo de viagem como a medida de desempenho para avaliar a criticidade da infraestrutura, examinar como os desastres naturais influenciam os padrões de mobilidade humana em populações urbanas utilizando dados de movimento dos indivíduos coletados a partir do Twitter. Ressalta-se também, outro estudo interessante sobre o desenvolvimento de um método para rastrear pedestres que utiliza *smartphones* durante um desastre natural em uma evacuação segura das pessoas das áreas de desastre com grande importância crítica.

Prosseguindo a análise da pesquisa tem-se a interação entre a identificação das estradas mais importantes em uma rede que conecta pessoas e serviços de saúde, a especificidade dos perigos naturais que ameaçam o funcionamento normal da rede de Infraestrutura Crítica (IEC), que nessa situação são vias de transporte rodoviário. Outra análise interessante diz respeito à robustez da rede rodoviária em situação de desastre natural, tendo como objetivo determinar a melhor alocação de instalações médicas em caso de redes de estradas devastadas por graves catástrofes naturais.

A vulnerabilidade, conectividade e acessibilidade são conceitos estabelecidos e importantes na avaliação da resistência e confiabilidade das redes rodoviárias vistos em algumas investigações em planos de emergência para inundações onde surge uma nova nomenclatura para designar a figura do responsável que é o Gestor de Inundação. Contudo, ainda há estudos da necessidade de métodos para avaliar e planejar o impacto de eventos extremos em Infraestrutura Crítica (IEC), em particular, uma percepção levantada sobre a possibilidade de que uma grande ruptura da mesma levaria a um efeito cascata de falhas que atravessam as fronteiras entre os setores de Infraestrutura Crítica (IEC) interdependentes.

A corrente da vulnerabilidade e estudos de casos contendo os artigos que apresentam como exemplo uma nova abordagem que examina e associa a



interdependência da Infraestrutura Crítica (IEC), utilizando a teoria de rede no sistema de informação geográfica (GIS). A referida teoria, define em combinação com relatos da literatura e do governo onde foram integradas para melhor compreender e obter o foco na implementação de políticas de redução de riscos de desastres naturais (DRR), particularmente durante os eventos de inundações em 2010/2011 na cidade de Queensland, Austrália e sequencialmente o estudo aprofundado da estimativa dos danos gerados por inundações e flash-inundações em Maramures County, Condado Junet na Romênia durante os anos de 2005/2010. Prosseguindo a análise, a pesquisa destaca a vulnerabilidade e proteção de Infraestrutura Crítica (IEC) urbana das inundações, apresentando um processo de rastreio pragmático e rápido, denominado “metodologia *Quick Scan*” cujo objetivo é fornecer orientações para os operadores de rede e os tomadores de decisão na identificação e classificação dessas redes de Infraestrutura Crítica (IEC). Outro estudo relata a vulnerabilidade das comunidades costeiras, citando o caso de Bridgewater, Nova Escócia, Canadá a inundações por tempestades e a subida do nível do mar.

O mundo de acordo com SENDAI (2015) tem sido afetado por impactos causados por eventos naturais extremos com frequência cada vez maior nas últimas décadas. A Europa aponta uma pesquisa citando como exemplo mais recente a inundação que afetou partes da Alemanha em junho de 2013, no Estado Federal de Baden-Württemberg localizado no sudoeste. Ao leste do Alto Reno, foi feita uma abordagem explicativa relacionada com o clima que afetou a Infraestrutura Crítica (IEC), baseada em um desenho observacional das conexões causais entre ocorrências e padrões de eventos extremos e seu impacto. O referido estudo combina informações de tráfego rodoviário e dados sobre a precipitação extrema datando de junho/2013, identificando padrões espaço-temporais de perigo e sugerindo novas necessidades de investigação e campos de aplicação para o mapeamento em pesquisa e adaptação às alterações climáticas.

Na esfera governamental, encontrou-se artigos com posicionamentos, cujo objetivo principal é esclarecer o desenvolvimento da estratégia adotada por alguns países como Portugal na busca da segurança da Infraestrutura Crítica (IEC) fundamental. O objetivo deste estudo concentra-se no enquadramento jurídico e na realidade em que os Operadores de Infraestruturas Críticas (IEC) e a Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) operam e a percepção de como está sendo desenvolvido o projeto para o programa nacional de segurança. Em outras pesquisas, existe a preocupação também por parte da Itália e Nova Zelândia, com os referidos eventos.

Finalmente destaca-se o trabalho que vem ao encontro dos objetivos desta presente pesquisa, que busca identificar a Infraestruturas Críticas (IEC) na gestão de riscos e sua mobilidade urbana em rotas rodoviárias alternativas de evacuação a serem utilizadas em situação de desastres naturais provocadas por inundações que foi feito na cidade de Hamburgo na Alemanha que será comentado no tópico a seguir.

## 6.1 Sugestão da utilização do modelo de tráfego matsim em situação de desastres naturais

O modelo de tráfego MATSim, é decorrente de um estudo realizado na cidade de Hamburgo na Alemanha, que possui 1,8 milhões de habitantes e está localizada no estuário do Rio Elba Baixo, e abriga áreas estão ameaçadas por tempestades em várias estações do ano, utilizando o modelo de tráfego MATSim, que pode ser utilizado para simular uma evacuação veicular do bairro de Wilhelmsburg, em eventos naturais seguidos das inundações bruscas e pelas inundações graduais.

Cabe destacar que o modelo MATSim é capaz de realizar simulações de tráfego, incluindo 10 milhões de indivíduos no consumo corrente *hardwares*, onde as simulações de emergência podem obter *insights* sobre o processo de evacuação e extrato de recomendações para os planos de evacuação de grande áreas urbanas, baseia-se na noção de otimização do plano de emergência. (<http://www.matsim.org>,2016).

A comunidade internacional do MATSim, constantemente adiciona novos recursos e melhorar os atuais, em desenvolvimento ativo, dinâmico, suportando grandes cenários, e a simulação de situações com milhões de agentes ou enormes redes bem detalhadas. E é de plataforma aberta. (<http://www.matsim.org>,2016).

Neste cenário, a infraestruturas Críticas (IEC) na gestão de riscos e sua mobilidade urbana em rotas rodoviárias alternativas de evacuação atualmente em Florianópolis, como esse modelo MATSim, acredita-se ser uma alternativa de melhoria em situação de desastres naturais.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conseqüentemente, a Revisão Sistemática(RS) realizada aponta que é na literatura internacional que se encontra o maior número de contribuições na área de Infraestrutura Crítica (IEC), sendo visível a escassez de pesquisas nacionais nesse contexto. Identificou-se que na espacialidade nacional há muito a ser realizado quanto à interdependência das Infraestruturas Críticas (IEC) desde o levantamento, quantitativo, classificações e sua vulnerabilidade. A pesquisa realizada ressalta a importância das Infraestruturas Críticas (IEC) por fornecer os serviços como: transportes, eletricidade e água, e as possibilidades de comunicação que são essenciais para as pessoas em áreas de desastres naturais eminentes e para a gestão de emergências, sendo necessários para a sobrevivência da população durante e na recuperação dos desastres naturais.

Verificou-se que existe a discussão sobre a existência de pesquisas e métodos de identificação e classificação das Infraestruturas Críticas (IEC) na gestão de riscos, com foco na área de transportes de pessoas em áreas de desastres naturais provocadas por inundações na espacialidade internacional. Portanto, revela-se a necessidade atual de amenizar as conseqüências que as inundações bem como, os demais tipos de

desastres naturais têm ocasionado trazendo prejuízos socioeconômicos e ambientais em várias regiões do Brasil, principalmente no Estado de Santa Catarina

## REFERÊNCIAS

**APOSTILA DE SISTEMAS DE TRANSPORTES. SETOR DE TECNOLOGIA.DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES/ORGANIZAÇÃO:** PEREIRA, Marcia.A. LENDZION,Eloá, UFPR 2013. Disponível em: <http://www.dtt.ufpr.br/Sistemas/Arquivos/apostila-sistemas-2013.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2016.

**CIDADES RESILIENTES.** Disponível em: <http://www.defesacivil.sc.gov.br>.Acesso em: 19 mai. 2016.

**DEINFRA-**Departamento Estadual de Infraestrutura. Histórico da Ponte Hercílio Luz/ Disponível em: [http://www.deinfra.sc.gov.br/jsp/informacoes\\_sociedade/ponte\\_HercilioLuz.jsp](http://www.deinfra.sc.gov.br/jsp/informacoes_sociedade/ponte_HercilioLuz.jsp).

Acesso em: 08 jul. 2016.

GIL, A. C. **Gestão de pessoas: enfoque nos papéis profissionais.** São Paulo: Atlas, 2010.

**FLORIANÓPOLIS, PREFEITURA MUNICIPAL.** Relatório de Atividades. Florianópolis, documento datilografado, 1980./Disponível em: [http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/18\\_06\\_2015\\_18.00.16.79fec1922e62e89e883f9c831dd7af2a.pdf](http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/18_06_2015_18.00.16.79fec1922e62e89e883f9c831dd7af2a.pdf). Acesso em 30 jun.2016.

FLORIANÓPOLIS, **Integração da bicicleta no planejamento do tráfego em cidades médias na América Latina e Europa.** Disponível em: [http://www.cefid.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/1132/floripa.urbal.ipuf.2003.pdf](http://www.cefid.udesc.br/arquivos/id_submenu/1132/floripa.urbal.ipuf.2003.pdf). Acesso em: 28 jun. 2016

**FLORIANÓPOLIS, PREFEITURA MUNICIPAL.** Relatório diagnóstico da caracterização física das unidades territoriais de análise e planejamento.PMISB. Florianópolis, 2010./ Disponível em: [http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/06\\_06\\_2012\\_14.04.25.da52287614078c9d7de177baaa656c8f.pdf](http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/06_06_2012_14.04.25.da52287614078c9d7de177baaa656c8f.pdf). Acesso em: 27 jun. 2016.

**IBGE.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil.. - Rio de Janeiro : IBGE, 2011.

**INFRAESTRUTURAS CRITICAS/**Disponível em: <http://www.prociv.pt/RISCOSVULNERABILIDADES/Pages/InfraestruturasCriticas.aspx> Acesso em: 24 mai. 2016.

LEOPARDI, M. T. **Metodologia da pesquisa da saúde.** 2.ed. Florianópolis: UFSC, 2002.

**LOCALIZAÇÃO ESTRATÉGICA/** Disponível em: <http://www.santacatarinabrasil.com.br/pt/localizacao-estrategica>.Acesso em: 20 mai. 2016.

**MARCO DE SENDAI** para a Redução do Risco de Desastres 2015 - 2030 aprovado na Terceira Conferência Mundial das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres. Sendai, Japão de 14-18 de mar. 2015.Disponível em: <https://undisr-cerrd.wikispaces.O+Marco+de+Sendai+para+a+Redu%C3%A7%C3%A3o+do+Risco+de+Desastres+2015-2030>. Acesso em : 10 jul. 2015.

**MATSim.** Disponível em: <http://www.matsim.org>. Acesso em: 30 jul. 2016.

PAIVA, Edvaldo, RIBEIRO Demétrio, e GRAEFF, Edgar. **Florianópolis: Plano Diretor.** Porto Alegre: Imprensa Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, 1952.

**REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCO – PMRR - FLORIANÓPOLIS –SC/** Disponível em: [http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/29\\_05\\_2013\\_14.03.33.119d4683dda798d135e95ce684a3d570.pdf](http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/29_05_2013_14.03.33.119d4683dda798d135e95ce684a3d570.pdf). Acesso em: 25 mai.de 2016.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SAUSEN, Tania M., LACRUZ María S.P. **Sensoriamento remoto para desastres**. São Paulo : Oficina de Textos, 2015. Disponível em: [http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Sensoriamento-Remoto-para-desastres\\_deg.pdf](http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Sensoriamento-Remoto-para-desastres_deg.pdf) Acesso em 29 mai. 2016.

**SEGURANÇA DE INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS**/Disponível em: <http://www.eceme.ensino.eb.br/meiramattos/index.php/RMM/article/viewFile/197/166>. Acesso em: 29 mai. 2016.

SILVA, A. C. **Alguns problemas nas pesquisas científicas**. Estudos Avançados, São Paulo, v.15, n.42, maio/ago. 2001.

SOUZA, Jéssica. **O plano diretor de 1952-1955 e as repercussões na estruturação urbana de Florianópolis**. Dissertação(mestrado)-Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade. Florianópolis, SC, 2010.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 2009.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: volume Brasil. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis: CEPED, UFSC, 2012.

VERGARA, S. M. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2007

## PROPOSTA DE GERENCIAMENTO VISUAL E METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS QRQC APLICADAS NA LOGÍSTICA: ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

### Eduardo Villalba

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)  
Santa Bárbara D'Oeste, São Paulo, Brasil

### Alexandre Tadeu Simon

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)  
Santa Bárbara D'Oeste, São Paulo, Brasil

### Renan Stenico de Campos

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)  
Santa Bárbara D'Oeste, São Paulo, Brasil

**RESUMO:** Os últimos anos tem se caracterizado por uma busca contínua de reduções de custos em toda a cadeia de suprimentos da indústria automotiva. A redução dos estoques gerada por este movimento provoca uma necessidade cada vez maior na precisão das entregas. A falha de entrega proporciona insatisfação dos clientes e gera custos adicionais, como por exemplo, horas extras, custos com fretes adicionais e altas multas contratuais que podem afetar diretamente os resultados das empresas. Diante deste cenário, este artigo tem como objetivo propor a aplicação de técnicas de gerenciamento visual e implementação de uma metodologia de solução de problemas QRQC (*Quick Response Quality Control*) nas atividades de logística de distribuição e demonstrar por meio de um estudo de caso os benefícios em termos de satisfação do cliente,

aliados à redução de custos internos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indústria Automotiva, Gerenciamento Visual, Gestão da Qualidade, QRQC.

**ABSTRACT:** Recent years have been characterized by a continuous search for cost reduction across all the automotive industry supply chain. The stock reductions generated by this cause a need to have an ever-higher delivery accuracy. The missed delivery, besides causing customer dissatisfaction, generates additional costs, as for example extra hours, additional freight costs and high contractual fines that can directly impact the company results. In face of this scenario, this article proposes the application of visual management techniques and the implementation of problem solving methodology QRQC (*Quick Response Quality Control*) in the distribution logistic activities and demonstrates through a case study the benefits in terms of customer satisfaction along with internal cost reduction.

**KEYWORDS:** Automotive Industry, Visual Management, Quality Management, QRQC.

### 1 | INTRODUÇÃO

O atendimento ao cliente é um aspecto de competitividade que vem se tornando cada vez

mais importante e a qualidade dos processos logísticos tem um papel fundamental nesse contexto. O gerenciamento logístico pode proporcionar vantagem competitiva primeiramente na capacidade de diferenciar-se de seus concorrentes aos olhos do cliente e, em segundo lugar, pela sua capacidade de operar a baixo custo e, portanto, com lucro maior (CHRISTOPHER, 1999).

Um dos fatores de vantagem competitiva aos olhos do cliente é nível de serviço de entregas (tempo certo). Serviço ao cliente significa estar capaz de fornecer o produto certo, na quantidade certa, na qualidade certa, no tempo certo, no local certo e ao preço certo. O nível de serviço é um indicador normalmente utilizado para quantificar uma conformidade de mercado da empresa. Na prática, a definição de nível de serviço pode variar de uma empresa para outra, porém, o nível de serviço está relacionado com a habilidade de atender uma data de entrega ao cliente, por exemplo o percentual de todos os pedidos entregues na data de entrega acordada (SIMCHI-LEVI *et al.*, 2009).

A última novidade em termos de qualidade em logística é fazer tudo de maneira correta na primeira vez. A noção de atendimento de pedido perfeito exige a capacidade de prestação de serviço ao cliente em termos de disponibilidade e desempenho operacional para sincronizar as atividades e atingir sempre as metas de serviço almejadas (BOWERSOX e CLOSS, 2001). No passado, uma forma comum de melhorar os níveis de serviço era aumentar os níveis de estoques de produtos acabados, pois desta forma, a empresa poderia administrar com mais tranquilidade eventuais problemas internos, tais como variação de demanda, problemas de atraso de produção, qualidade e outros. Este custo adicional de estoques era alocado ao preço dos produtos e repassados aos clientes sem afetar a rentabilidade das empresas.

No entanto, nos dias de hoje, devido a competitividade global acirrada, o preço passou a ser definido pelo mercado, em as margens são cada vez menores e existe a necessidade de otimização de recursos. A redução dos níveis de estoque aparece como uma oportunidade de liberação de capital para futuros investimentos e melhorias que são fundamentais para continuidade das empresas.

Portanto, as empresas precisam encontrar meios de atender seus clientes, buscando um serviço de zero defeito, produto entregue na quantidade, qualidade e tempo requerido e, ao mesmo tempo, administrando de maneira produtiva seus recursos (BOWERSOX e CLOSS, 2003).

A falta de sistemas que permitam fácil visualização das atividades e a ausência de metodologias de resolução de problemas que auxiliem na identificação da causa raiz são fatores que contribuem para ausência de um sistema de melhoria contínua nos processos logísticos e, por consequência, nos níveis de serviço de entrega. Este artigo tem como objetivo apresentar um método para melhoria do nível de serviço, utilizando técnicas de gerenciamento visual e de resolução de problemas (QRQC) por meio de um estudo de caso em uma empresa do ramo automotivo.

A empresa objeto deste estudo apresentava resultados de nível de serviço de



entregas abaixo do esperado, gerando insatisfação por parte de seus clientes e custos adicionais de frete decorrentes do não cumprimento das datas solicitadas. Assim, iniciou-se um trabalho a fim de melhorar seu desempenho.

Neste artigo, inicialmente é apresentado uma breve fundamentação teórica abordando alguns conceitos de nível de serviço, gestão visual e metodologia de resolução de problemas (QRQC). Na sequência, será apresentada a metodologia utilizada (estudo de caso) baseado na aplicação prática em uma empresa do ramo automotivo (*Tier 1*, fornecedor de primeira camada). No quarto capítulo, será analisado os resultados em comparação com a maneira tradicional utilizada. Por fim, será tratada as conclusões finais e bibliografia utilizada.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Nível de serviço

Na perspectiva da logística, serviço ao cliente é o resultado de todas as atividades logísticas ou do processo da cadeia de suprimentos. Assim, o projeto do sistema logístico estabelece o nível de serviço a ser oferecido ao cliente (BALLOU, 2001).

Um estudo patrocinado pela *National Council of Physical Distribution Management* identificou os elementos de serviço ao cliente de acordo com o momento em que a transação entre fornecedor e cliente aconteceu. Esses elementos estão listados na Figura 1.

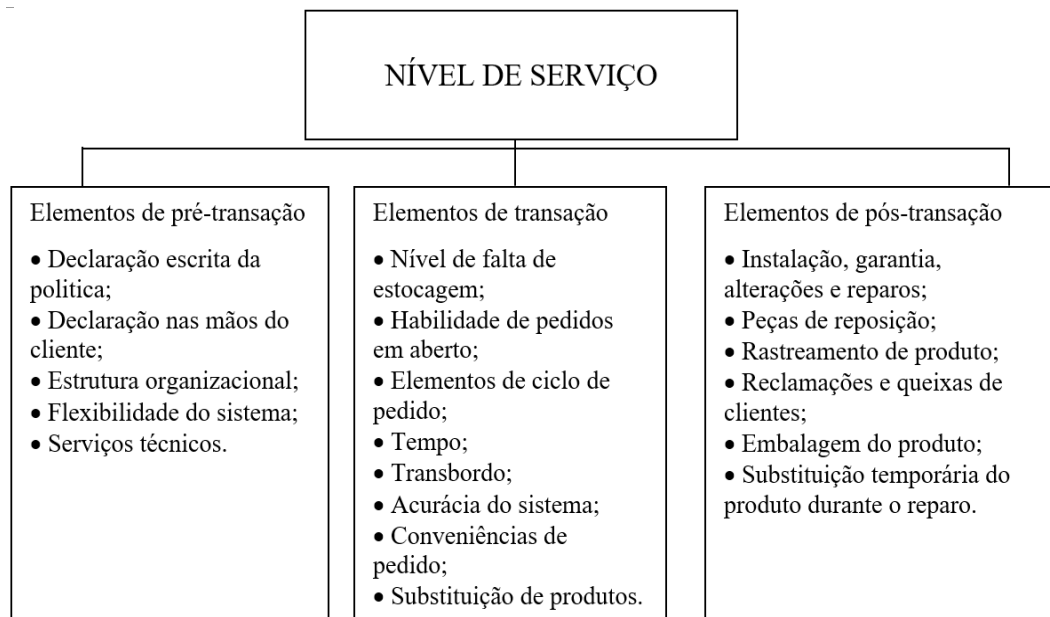


Figura 1 - Elementos de serviço ao cliente

Fonte: Ballou (2001)

Os elementos de pré-transação propiciam um bom ambiente para um bom

serviço ao cliente, enquanto os elementos de transação são aqueles que resultam diretamente na entrega do produto ao cliente. Os elementos de pós-transação são aqueles que representam os arranjos de serviços necessários para dar suporte ao produto em campo, para proteger os consumidores e para administrar as reclamações e devoluções (BALLOU, 2001).

É evidente que um excelente desempenho de prestação de serviços ao cliente tende a adicionar valor a todos os membros da cadeia de suprimentos. Um programa de serviços ao cliente deve incorporar medidas de desempenho e as mesmas devem ser monitoradas para atingir metas e ter relevância (BOWERSOX e CLOSS, 2001). A grosso modo, serviço ao cliente pode ser considerado o parâmetro de desempenho do sistema de logística que cria utilidade de momento e lugar para o produto, incluindo pós-venda (LAMBERT *et al.*, 1999). As medidas de performance deveriam ser medidas da perspectiva dos clientes. Existe uma distinção entre a data solicitada pelo cliente e a data de promessa de entrega. Todos os esforços devem ser feitos para aceitação e comprometimento de entrega, seguindo a solicitação dos clientes. Se a data não pode ser atendida, um outro acordo com aceitação mútua deve ser negociado, em que o cliente deveria entender e aceitar a razão para a mudança das datas previamente requeridas.

## 2.2 Gerenciamento visual

Um sistema visual é um grupo de dispositivos que são intencionalmente projetados para dividir a informação “só com uma olhada”, sem ter que dizer uma palavra. O termo informação visual incluem mensagens comunicadas por meio de qualquer sentido; paladar, toque, cheiro, audição, assim como a visão (GWENDLOYN, 1997). Em todas as empresas existem problemas. O que diferencia as boas empresas e as empresas ruins é a velocidade de resposta e eficiência frente a estes problemas. Quanto mais rápido identificarmos um problema e trabalharmos para encontrar a causa raiz, mais rápido teremos um plano de melhoria para resolvê-lo. O problema é que usualmente continuamos a pular etapas de análise e deixamos de aproveitar a oportunidade de resolver os problemas assim que eles surgem (HIRANO, 2009).

As empresas devem criar sistemas visuais proporcionando:

- a. Aprendizado para distinguir rapidamente o que é normal e o que não é normal;
- b. As anormalidades e desperdícios suficientemente óbvio para que todos possam reconhecer;
- c. Constante detecção de necessidades de melhoria.

A Figura 2 mostra que a razão primária para o controle visual é a definição de um estado normal desejado (padrão) e, na sequência, o reconhecimento rápido de qualquer desvio do padrão.

Como é observado, há muitas especificações, procedimentos e exigências

diferentes em todas as áreas de trabalho. É virtualmente impossível que os funcionários se lembrem de tudo e uma descrição por escrito de cada item em um livro não seria prático para fins de reconhecimento imediato (LIKER e MEIER, 2007). O desenvolvimento de padrões visuais permite que as informações estejam disponíveis, acessíveis e compreensíveis a todos.

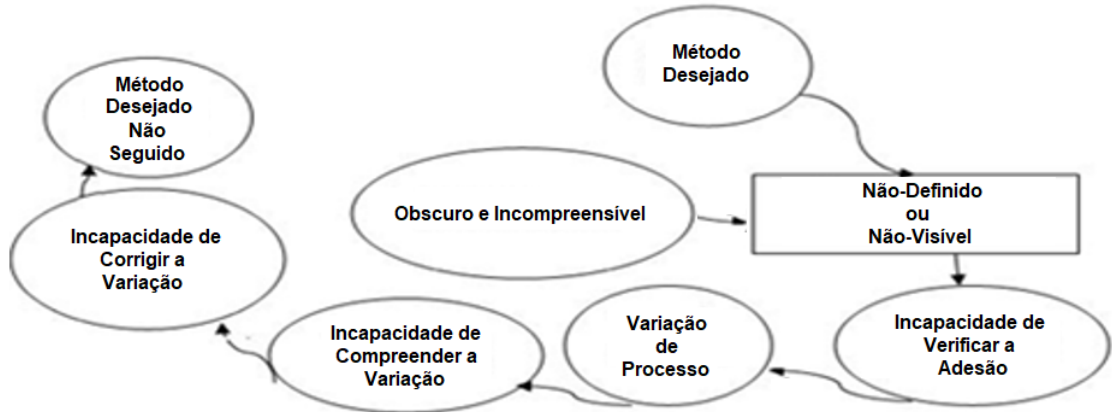


Figura 2 - Falta de consciência visual leva a métodos incorretos

Fonte: Hirano (2009)

A finalidade da gestão visual é auxiliar na gestão das anormalidades, ou seja, mostrar o contraste entre os padrões e a situação real (Figura 3).

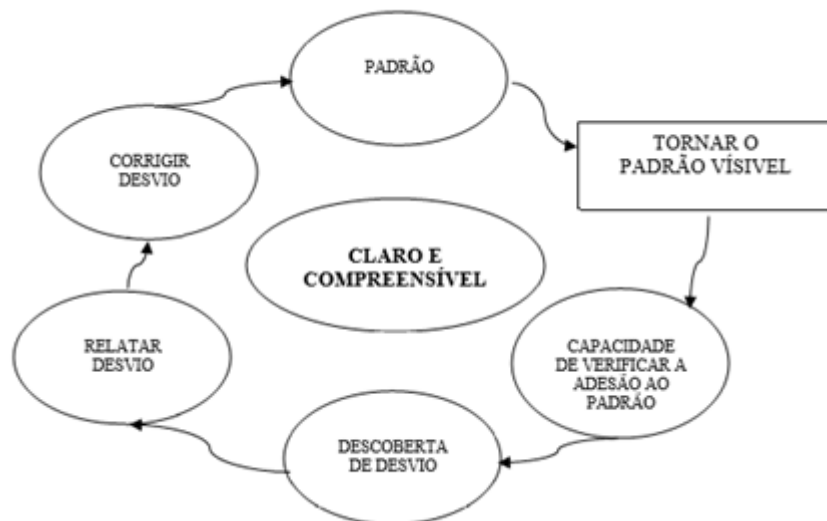


Figura 3 - Padrões visuais auxiliam na adesão de métodos corretos

Fonte: Hirano (2009)

### 2.3 Quick Response Quality Control (QRQC)

A QRQC - Rápida Resposta e Controle de Qualidade – não é apenas uma ferramenta de qualidade ou método de resolução de problemas, mas também um

conceito inovador no campo do gerenciamento global da qualidade. O termo é composto de duas partes.

*Quick response* (Resposta **Rápida**) está ligada à velocidade de reação. A velocidade é claramente definida em termos de horas e dias, fornecendo uma estrutura de reatividade na qual é conhecida e entendida por todos na organização.

|           |  |
|-----------|--|
| 0-4 Horas | Reação imediata  |
| 24 Horas  | Ações de contenção   |
| 5 Dias    | Análise e ações corretivas   |
| 10 Dias   | Aplicações gerais de ação corretiva e preventivas                      |
| 30 Dias   | Aprendizado e auditoria  |
| Futuro    | Baseados em erros passados, design mais robusto para próximos projetos |

Tabela 1 – Time frame das ações de QRQC

Fonte: Aoudia (2016)

Quality Control (Controle de Qualidade) está ligada a dois elementos fundamentais: rigor e verificação. O QRQC aumenta o rigor no senso que está implementado de acordo com um quadro estruturado, uma agenda e regras precisas que devem ser observadas com base diária. A verificação pode ser vista como algo ruim ou um evento não prazeroso, entretanto é necessário. A implementação da abordagem do QRQC pode ir em direção contrária a alguns hábitos, porém, a habilidade da organização em verificar o comprometimento feito permite rápidos resultados e assegura a confiabilidade da solução.

O QRQC está baseado em dois pilares. O primeiro pilar é a atitude, em que o QRQC está baseado na atitude *San* (Três) *Gen* (Realidade) e *Shugi* (Princípio), princípio este que está associado com três realidades descritas na Figura 4.

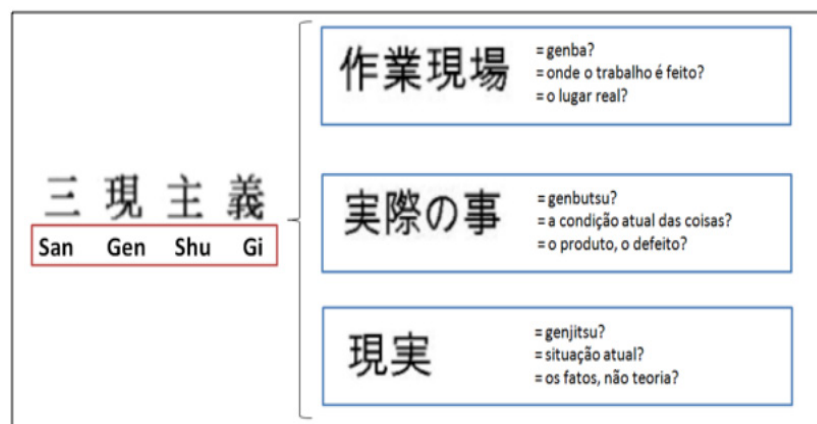


Figura 4 – Atitude *San Gen Shu Gi*

Fonte: Adaptado de SIBAJA (2017)

*Gen-ba* significa o lugar real, hora e protagonistas. Ou seja, observar o local

onde ocorreu o problema, no momento que ele foi detectado e falar com aqueles que estavam lá. *Gen- Butsu* é a parte real e diferenças, o que significa ter as peças boas e ruins em mãos no momento da apresentação do problema. O *Gen-Jitsu* significa a busca de dados mais detalhados possíveis, nada de imaginação.

O segundo pilar do QRQC está em uma atividade composta por quatro passos: Detecção, Comunicação, Análise e Verificação, conforme a Figura 5.

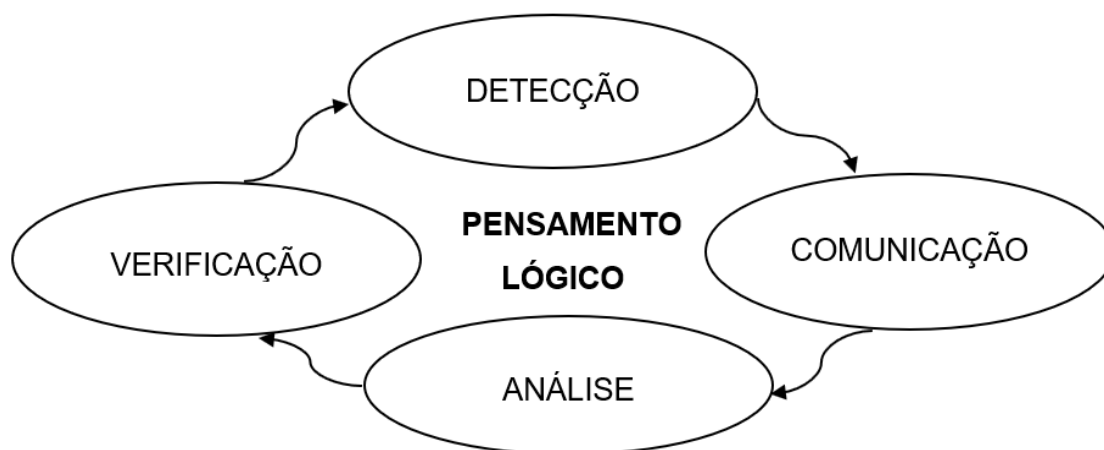


Figura 5 – Segundo Pilar do QRQC

Fonte: Aoudia e Testa (2013)

O primeiro elemento é a detecção, por uma simples razão: não se pode lidar com um problema se o mesmo não foi detectado e nós não estamos consciente de sua existência. Criar mecanismos de detecção é fundamental para que todo o problema seja conhecido antecipadamente a fim de eliminá-lo.

Uma vez que um problema foi detectado e identificado, o segundo passo envolve informar o indivíduo ou os indivíduos responsáveis por lidar com ele. Atribuir um problema a um líder é uma ação oficial no QRQC, na medida em que um documento é emitido e endereçado a um responsável para liderar as investigações pela solução do problema.

A análise pode certamente ser considerada a parte mais estimulante do ponto de vista intelectual. Para o QRQC, a forma mais simples de lidar com um problema é por meio da utilização da atitude *San Gen Shugi*. Ir ao lugar real, com partes boas e ruins em mãos, falar com operadores que estavam envolvidos com o problema e examinar dados reais e específicos. Os problemas mais simples geralmente são resolvidos por meio desta atitude.

A verificação é a etapa que fecha o ciclo de solução do problema. A análise apenas fará sentido caso ela resulte em ações eficientes e concretas que eliminem o problema.

A verificação de acontecer no *Gen-ba* com fatos acurados e em um prazo de tempo de dez dias após a ocorrência do incidente. Cada problema resolvido é uma oportunidade de aprendizado, assim registros das lições aprendidas devem ser

formalizados de forma que se permita um processo de prevenção para que problemas similares ocorram.

### 3 | METODOLOGIA

Por meio de um estudo de caso baseado na área logística de distribuição de uma empresa multinacional do segmento automotivo, considerado como *Tier 1* (fornecedor de primeiro nível das principais montadoras instaladas no Brasil), técnicas de gerenciamento visual e metodologia de resolução de problemas foram aplicadas seguindo as etapas descritas no fluxograma contido na Figura 6.

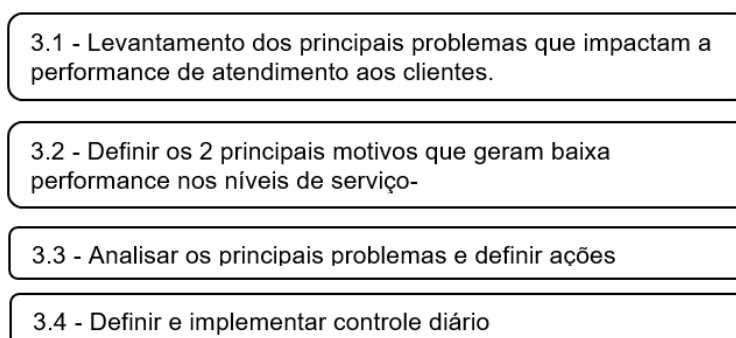


Figura 6 – Etapas de definição e implantação de ações para melhoria do nível de serviço

Fonte: Autores

#### 3.1 Levantamento dos principais problemas

Por meio de uma pesquisa interna conduzida pelo Gerente de Logística junto a seus colaboradores (10 pessoas) sobre os principais problemas que poderiam estar impactando no nível de serviço, foi possível detectar as principais causas relativas ao baixo desempenho de entregas.

Para avaliação de criticidade, o gerente utilizou de uma metodologia qualitativa usando a escala Likert (1-5), a fim de determinar quais eram os problemas mais representativos, conforme Figura 7.



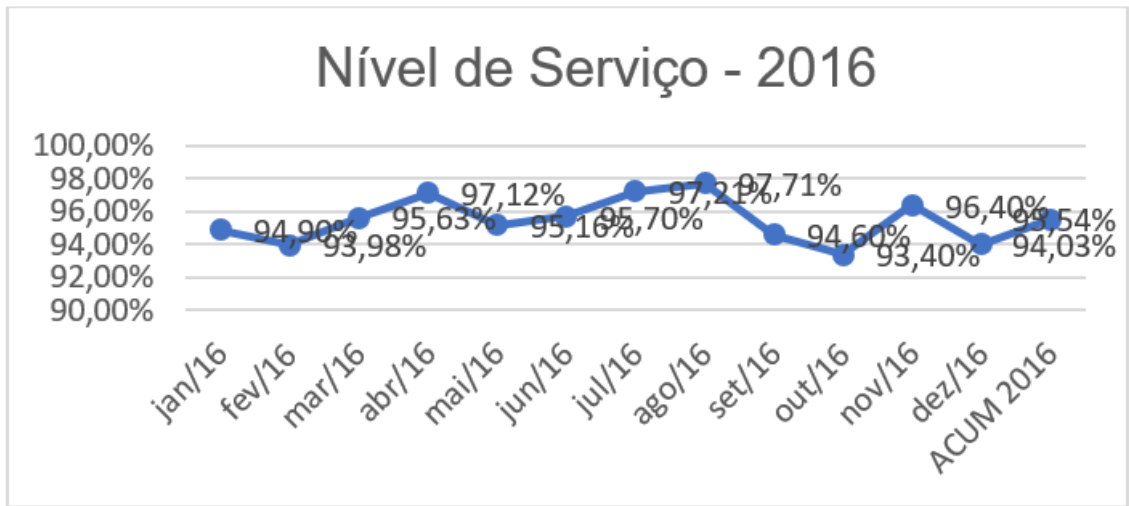


Figura 7 – Nível de serviço de entregas em 2016

Fonte: Autores.

Levando em conta os dados da pesquisa realizada, ficou claro que de acordo com a avaliação do time de logística, as duas causas que mais impactam na baixa *performance* do nível de serviço foram falha de comunicação e problemas repetitivos (Figura 8).

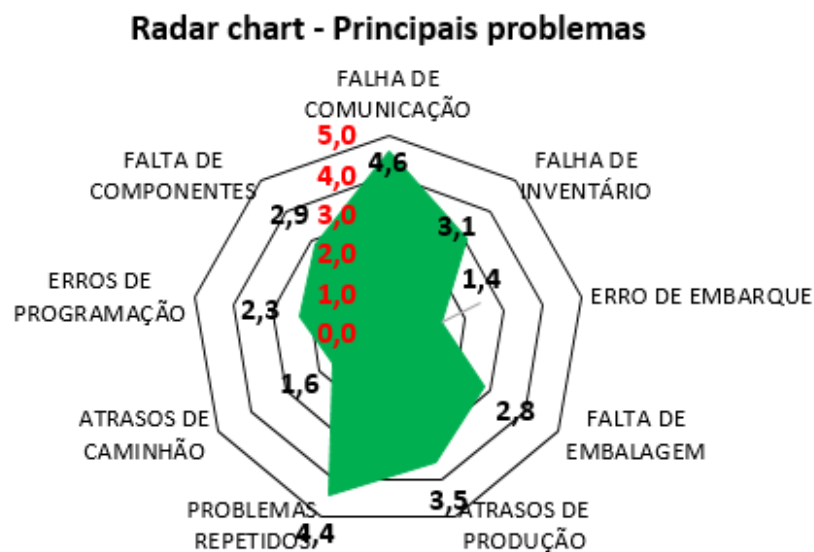


Figura 8 – Pesquisa sobre principais problemas para melhorar o nível de serviço

Fonte: Autores.

Em relação à falha de comunicação, de acordo com as entrevistas realizadas com os analistas de logística e com o pessoal da expedição, muitas vezes a falta de material para entrega só era detectada no momento da separação de materiais, momentos antes do embarque, impossibilitando ações que permitam atender o pedido de forma completa (data e quantidade) solicitadas pelo cliente ou até mesmo o tempo útil de negociar com cliente uma nova data. Utilizando-se de uma técnica simples

5WHY'S (5 porquês), a equipe desenvolveu uma análise para definir o plano de ação visando melhorar a *performance* de entrega. O resultado da técnica 5WHY'S foi:

- Problema: Falha de comunicação;
- 1º Por quê? Informação de falta não chegava em tempo apropriado;
- 2º Por quê? Análise de falta não era realizada com antecedência;
- 3º Por quê? Porque levava muito tempo para checar itens no sistema;
- 4º Por quê? Porque sistema de gestão atual não é amigável;
- 5º Por quê? Porque não é de fácil entendimento e não cobre todas as pessoas envolvidas;
- Causa raiz: Sistema de gerenciamento de informação;
- Ação: Desenvolver sistemas de gerenciamento visual que permitam fácil visualização das entregas (entregas do dia e do dia posterior) e quadro de apontamento de entregas.

Quanto aos problemas repetitivos, muitos problemas acontecem de maneira repetitiva pois não existe nenhuma sistemática para avaliação dos problemas e ação direcionada a causa raiz.

Utilizando-se novamente a técnica simples 5WHY'S, a equipe desenvolveu uma análise para definir plano de ação para melhorar a *performance* de entrega. O resultado da técnica 5WHY'S foi:

- Problema: Problemas repetitivos
- 1º Por quê? Porque não existe avaliação da causa raiz;
- 2º Por quê? Porque não existe um sistema formal de análise de problemas;
- 3º Por quê? Porque não existia cultura interna de resolução de problemas direcionadas a área de logística;
- Ação: Implementar metodologia QRQC na área de logística.

## 4 | ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a análise da causa raiz e estabelecimento do plano de ação, iniciou-se a fase de execução das ações. A seguir é possível verificar os resultados das ações direcionadas aos problemas de falha de comunicação e de falta de um sistema de análise de problemas a ser aplicado na área logística.

### 4.1 Informação das entregas (24 Horas)

Com a alteração de *layout*, foi criada uma área específica para embarque com sistema de identificação de entregas por cliente (Figura 9), em que todo o material a ser entregue nas próximas 24 horas é armazenado e conferido e qualquer problema é identificado e informado pelos conferentes.



Figura 9 – Área de embarque 24 horas

Fonte: Autores.

#### 4.2 Informação das entregas (48 Horas)

Com a finalidade de tratar o problema de forma antecipada, a logística introduziu um *display* (Figura 10) com informação adiantada das peças que ainda não estão disponíveis no estoque e que deverão ser entregues nas próximas 48 horas.

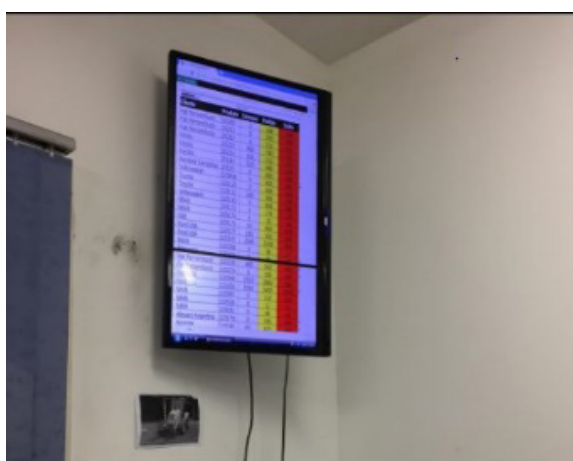


Figura 10 – Informações de entrega nas próximas 48 horas

Fonte: Autores.

#### 4.3 Informação das coletas

Um quadro de gestão a vista (Figura 11) foi desenvolvido para informar quais são as janelas de entrega de todos os clientes e informar problemas ocorridos, a fim de deixar todos informados sobre a gestão das entregas.



Figura 11 – Informações de coletas (janela de entrega)

Fonte: Autores.

#### 4.4 Gestão diária do nível de serviço

Foi desenvolvido um sistema de gestão visual para informação diária das taxas de serviço de entrega, assim como a descrição de eventuais problemas (Figura 12).

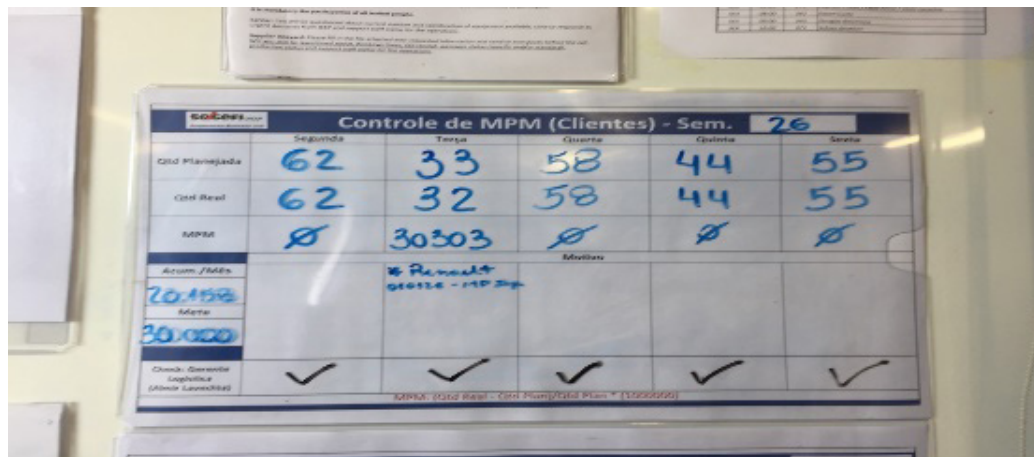


Figura 12 – Gestão diária do nível de serviço

Fonte: Autores.

#### 4.5 QRQC

A abordagem do QRQC foi implementada na área de logística e foram definidos os critérios de entrada (Figura 13). Além dos problemas de entregas, outros tópicos como falta de embalagens, erros de expedição, acuracidade de estoques e outros fazem parte do escopo de análise desta metodologia. O principal objetivo é que todos os problemas logísticos devam ser informados, com ações de contenção e análise de causa raiz finalizadas e definição de plano de ação e responsáveis.

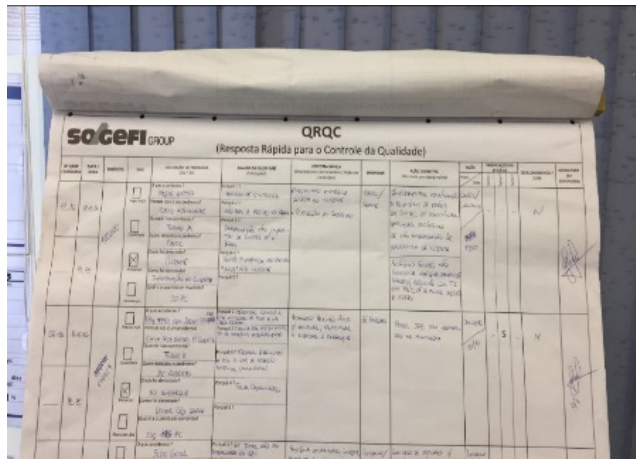


Figura 13 – Análise QRQC na logística

Fonte: Autores.

#### 4.6 Nível de Serviço

Após a implementação dos sistemas de gerenciamento visual e da aplicação de uma metodologia para resolução de problemas em logística, a empresa obteve melhorias em seu nível de serviço, conforme Figura 14.

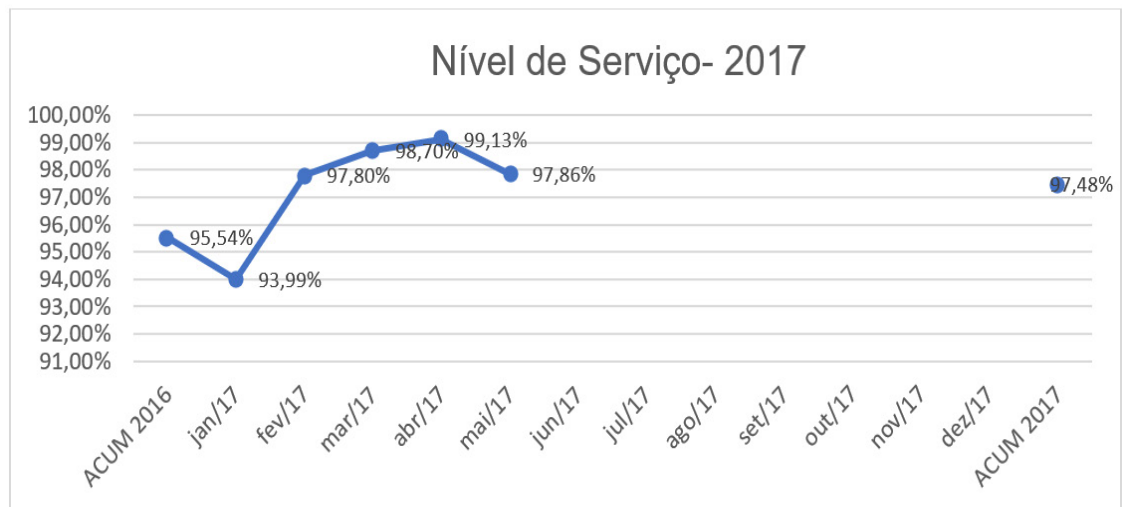


Figura 14 – Nível de serviço de entregas em 2017

Fonte: Autores.

## 5 | CONCLUSÃO

Apesar das técnicas de gerenciamento visual e análise de resolução de problemas serem amplamente difundidas, a aplicação se concentra nas áreas de produção e não são tão desenvolvidas nas áreas de suporte, como logística, manutenção, compras, entre outras.

A aplicação de sistemas de gerenciamento visual na área de logística da empresa objeto deste estudo possibilitou a melhoria no fluxo de informações e,

juntamente com a implementação de uma metodologia de resolução de problemas (QRQC), foi alcançado uma melhoria no nível de serviço aos clientes. Além do nível de serviço, observou-se redução dos custos de frete e maior envolvimento das pessoas na resolução dos problemas. Fica evidente que ações de baixo investimento e fácil implementação podem trazer benefícios a curto prazo e devem ser desenvolvidas sempre que possível.

## REFERÊNCIAS

AOUDIA, H. **Perfect QRQC (Quick Response Quality Control): The Basics**. Editora Maxima, 2016.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. Editora Bookman, 2001.

BOWERSOX, D.; CLOSS, D. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2008.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços**. 1.Ed. Pioneira, 1999.

GWENDLOYN, D. G., **Visual systems harnessing the power of visual management**. Editora Amacom, 1997.

HIRANO, H. **JIT Implementation Manual: The Complete Guide to Just-in-Time Manufacturing**. Productivity Press, 2009.

LAMBERT, D. M.; STOCK, J. R.; VANTINE, J. G. **Administração estratégica da logística**. Vantine Consultoria, 1999.

LIKER, J. K.; MEIER, D. **O Modelo Toyota-Manual de Aplicação: Um Guia Prático para a Implementação dos 4Ps da Toyota**. Bookman editora, 2007.

SIBAJA, A. **Lean manufacturing and six sigma**. Disponível em: <<http://alexsibaja.blogspot.com.br>>. Acesso em: 02 out. 2018.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de suprimentos projeto e gestão: conceitos, estratégias e estudos de caso**. Bookman Editora, 2009.



## UMA ANÁLISE DAS BARREIRAS NA APLICAÇÃO DO LEAN HEALTHCARE EM UM CENTRO DE MATERIAIS E ESTERILIZAÇÃO – CME

**Andréia Harter**

Universidade Lasalle – Engenharia de Produção  
Canoas - Rio Grande do Sul

**RESUMO:** O *Lean Healthcare* é uma visão da filosofia *Lean* aplicada a área da saúde que tem se tornado uma tendência no contexto hospitalar devido aos resultados expressivos na redução de desperdícios, na valorização do cliente final e no aumento da produtividade. No entanto na aplicação dos conceitos da produção enxuta na área da saúde algumas barreiras que não estão totalmente esclarecidas podem ser encontradas podendo atrapalhar a qualidade dos resultados no projeto de implementação. Assim, esta pesquisa buscou responder ao seguinte questionamento: Quais as barreiras encontradas na aplicação do *Lean Healthcare* em um Centro de Materiais e Esterilização? Entrevistas semiestruturadas foram realizadas com os praticantes do assunto, juntamente com observações desse time implementando ações voltadas ao *Lean* foram realizadas para o levantamento das barreiras. Os resultados obtidos foram comparados com a literatura, mostrando diferentes níveis de similaridade e contrapontos que podem ser atrelados aos avanços da disseminação do *Lean Healthcare*. Foram revelados que os fatores Falta de atendimento do *Lean* e Abordagem inadequada

na introdução do *Lean* não são mais barreiras consideradas fortes. Com esse estudo espera-se contribuir com futuras implementações, fornecendo bases que possam aumentar as chances de sucesso do *Lean Healthcare*.

**PALAVRAS CHAVES:** Lean Healthcare, Centro de Materiais e Esterilização, Barreiras.

**ABSTRACT:** The *Lean Healthcare* is a vision of the *Lean* philosophy that has become a trend in the hospital context due to significant results in reducing waste, valuing the end customer and increasing productivity. However, in the application of the concepts of lean production in the health area some barriers that are not fully clarified can be found that can disrupt the quality of the results in the implementation project. This research sought to answer the following question: What are the barriers found in the application of *Lean Healthcare* in a Materials and Sterilization Center? Semi-structured interviews were carried out with the user of the subject, along with observations of this team implementing actions directed to the *Lean* were carried out to remove the barriers. The results obtained were compared with the literature, showing different levels of similarity and counterpoints that can be linked to the advances in the dissemination of *Lean Healthcare*. It has been revealed that the deficiency in *Lean* knowledge and Inadequate Approach factors in the introduction of the *Lean*

are no longer considered strong barriers. With this study it is hoped to contribute with future implementations, providing bases that can increase the chances of success Lean Healthcare.

**KEYWORDS:** Lean Healthcare, Materials and Sterilization Center, barriers.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os conceitos de Produção Enxuta (do inglês, *Lean Manufacturing*) nasceram na indústria automobilística japonesa Toyota, como uma resposta à necessidade de produzir carros confiáveis com custos e tempo reduzidos. O Sistema Toyota de Produção, desenvolvido em 1948 e 1975, objetivou maior produtividade e eficiência, controlando processos para evitar qualquer desperdício (WOMACK et al., 1990).

Levando em conta esse contexto, recentemente tem-se observado um interesse crescente em outros setores na utilização da produção enxuta (*Lean*), como por exemplo, as empresas de serviços (SWANK, 2003; PIERCY et al., 2009), processos administrativos (ATKINSON, 2005) e construção civil (FONTANINI et al., 2004; DOS REIS et al., 2017; REINALDO; NASCIMENTO, 2017).

Há cerca de quinze anos, estudos para otimizar os processos da área da saúde começaram serem feitos e o pensamento enxuto do modelo *Lean Manufacturing* foi adaptado para aplicações como o *Lean Healthcare* (GRABAN, 2009). Segundo Souza (2008), *Lean Healthcare*, aparece como uma solução eficaz para gerar melhorias em organizações da saúde. Ainda conforme Souza (2008), diversos autores têm atribuído sucesso ao *Lean Healthcare*, pelo fato de este levar a resultados expressivos e, principalmente, sustentáveis.

Segundo Graban (2011), o *Lean Healthcare* é uma metodologia se bem aplicada possibilita as instituições que prestam serviços na área da saúde, melhorar a qualidade do cuidado do paciente ao eliminar barreiras e processos desconectados entre os departamentos, permitindo assim o foco na prestação de cuidados, beneficiando tanto pacientes como funcionários. Para Mazzocato et al. (2010) intervenções *Lean* no contexto da saúde dispara quatro mecanismos de mudanças, os quais são: (i) entendimento compartilhado dos processos; (ii) organização e *design* com vistas a eficiência e eficácia; (iii) aumento da detecção de erros e consciência sobre a confiabilidade de processos; e (iv) colaboração para a solução sistemática de problemas e melhoria contínua.

Um dos exemplos mais significativo de aplicação do *Lean Healthcare* é o caso do Virginia Mason Medical Center, em Seattle. Com o uso de ferramentas como 5S, mapeamento do fluxo de valor e Kanban, este hospital afirma ter reduzido em 38% a distância percorrida pelos colaboradores, cortou a necessidade de estoques pela metade, e ainda reduziu o *Lead Time* em 53% (Weber, 2006; Radnor & Walley, 2008).

No entanto, Jadhav et al. (2014) relata algumas das principais dificuldades encontradas para a implementação do *Lean Healthcare*. Através de uma pesquisa

sistêmica nos artigos e documentos publicados acerca do tema, os autores propõem alguns fatores cruciais que devem ser considerados e que tem servido como dificuldades na adoção da metodologia. Entre estas dificuldades estão: a resistência da alta gerência, à lacuna de conhecimento existente na área da saúde sobre ferramentas de gestão, a resistência dos funcionários neste campo e a falta de treinamentos e consultorias preparadas para a implantação sustentável.

Diante desta situação, a pesquisa relatada nesse artigo tem como objetivo responder ao seguinte questionamento: *Quais as barreiras encontradas na aplicação do Lean Healthcare em um Centro de Materiais e Esterilização?*

O desenvolvimento desse estudo visa a contribuir com futuras implementações, fornecendo bases que possam aumentar as chances de sucesso do *Lean Healthcare*.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Lean Healthcare

A área da saúde tem crescente demanda por melhoria do desempenho de suas operações, mesmo em relação a outras áreas, já que acarreta em forte impacto social. Assim como organizações produtivas de manufatura, unidades de saúde buscam cada vez mais se adequar a restrições de orçamentos, sem perda de qualidade nos serviços prestados (RODRIGUES, et al 2016).

Sendo assim conforme Soliman; Saurin (2017) têm se observado um interesse crescente do setor de saúde pela utilização da produção enxuta, visando entregar maior valor aos clientes, reduzir o desperdício e proporcionar melhores condições de trabalho. Essa aplicação da filosofia na área da saúde é como *Lean Healthcare*.

De acordo com Dahlgaard et al. (2011), o *Lean Healthcare* é uma filosofia gerencial para desenvolver uma cultura hospitalar caracterizada por elevada satisfação tanto dos pacientes quanto dos demais *stakeholders* envolvidos por meio da melhoria contínua, onde todos os colaboradores participam ativamente na identificação e redução de atividades que não agregam valor (desperdício). Souza (2008) ainda complementa que é uma forma efetiva de melhorar a eficácia das organizações de saúde pela obtenção dos resultados desejáveis, em termos de quantidade, qualidade e tempo.

O *Lean Healthcare* permite a um hospital eliminar desperdícios, reduzir *lead times* dos pacientes e dos materiais processados, aumentar a sua produtividade, capacidade e, conseqüentemente, sua rentabilidade. O aumento da satisfação dos paciente e dos funcionários são outros exemplos dos resultados advindos de implantações do *Lean Healthcare* (DICKSON *et al*, 2006; BUSH, 2007; PEXTON, 2008; RICKARD, 2007).

### 2.2 Barreiras na implementação Lean Healthcare

Durante o processo de implementação da filosofia surgem barreiras que podem ser

definidas como qualquer problema técnico, organizacional ou social que comprometa a eficiência e eficácia do processo de implementação (SAURIN; MARODIN, 2010). Na literatura encontram-se diferentes termos para barreiras, tais como fatores de risco (SCHERER; RIBEIRO, 2013), porém também pode-se considerar barreiras o oposto dos fatores de sucesso, como são identificados por Dennis (2008).

Brandão de Souza; Pidd (2011) reportaram oito barreiras durante aplicações de *Lean* em hospitais públicos no Reino Unido: (a) percepção dos princípios básicos do *Lean Healthcare* nos atendimentos de saúde; (b) terminologia; (c) habilidades pessoais/profissionais levando em consideração a mentalidade na aplicação do *Lean* na área da saúde e na área da manufatura; (d) momento organizacional interno e externo; (e) silos funcionais e profissionais; (f) hierarquia e gerência; (g) coleta de dados e medição de desempenho e (h) resistência a mudança/ceticismo da alta direção.

Os estudos de Costa (2015) junto a hospitais brasileiros identificaram como fatores críticos para a obtenção do sucesso estão associados à: (a) engajamento da liderança e dos colaboradores envolvidos no desenvolvimento de projetos relacionados a *Lean Healthcare*; (b) resistência a mudança, ocasionada pelo fato da abordagem do *Lean* ter vindo da área de manufatura e (c) conflitos de interesses.

No estudo dos autores Grove et al (2010) os principais desafios que devem ser considerados no processo de implementação da filosofia na área da saúde são: (a) alta variabilidade do processo; (b) falta de entendimento da filosofia *Lean*; (c) comunicação e liderança deficientes; (d) foco em metas nacionais; (e) problemas na definição e identificação de perdas; (f) problemas na identificação dos clientes e seus requisitos de valor. Os autores afirmam que esses desafios podem ser superados com planejamento inicial, liderança transformacional e visão compartilhada de longo prazo, pois não existe solução rápida e fácil para o sucesso.

Al-Balushi et al. (2014), identificaram sete fatores de riscos que devem ser avaliados e desenvolvidos pelos hospitais antes de se aceitarem uma jornada *Lean*: (a) apoio da liderança; (b) alinhamento estratégico; (c) identificação dos valores e grupos de clientes; (d) identificação dos processos para eliminação de desperdícios; (e) treinamento e envolvimento das pessoas nos princípios e métodos *Lean*; (f) sistema de medição de recompensas alinhado aos objetivos *Lean*; e (g) nivelamento da demanda e da capacidade para melhorar o fluxo.

Soliman; Saurin (2017) identificaram três fatores diferentes que dificultam a aplicação do *Lean* em hospitais brasileiros, porém não identificados em estudos anteriores utilizados para a elaboração dessa pesquisa: (a) dificuldade de experimentação dos estudos de *Lean Healthcare* devido à complexidade dos processos; (b) desequilíbrio na entrega do valor para os todos os *stakeholders* e (c) abordagem inadequada do *Lean* nas organizações de saúde.

### 3 | METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada conforme o fluxo metodológico mostrado na Figura 1:

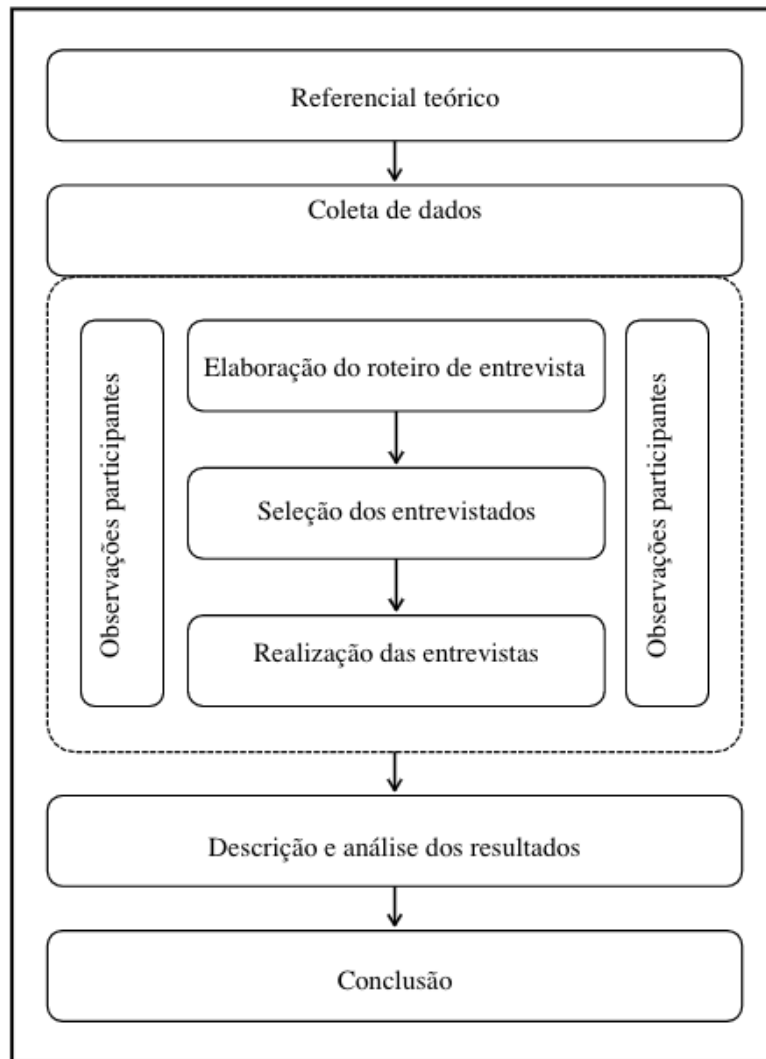


Figura 1 – Fluxo metodológico

O referencial teórico teve como objetivo verificar estudos já existentes sobre a temática de barreiras e dificuldades em *Lean Healthcare*. Para isso utilizou-se estudos realizados pelos autores Brandão de Souza; Pidd (2011), Costa (2015), Grove et al (2010) e Soliman; Saurin (2017) levando em consideração sua relevância de abordagem no assunto.

A etapa seguinte envolveu a coleta de dados. Devido a característica exploratória da pesquisa, optou-se pela utilização de uma abordagem qualitativa. A abordagem foi realizada através de entrevistas abertas e observações dos participantes na implementação das ferramentas do *Lean* no Centro de Materiais e Esterilização. As entrevistas foram divididas em três partes: (1) caracterização do entrevistado, com perguntas sobre a experiência prática e teórica com o *Lean*, formação acadêmica e estrutura organizacional projetada para a implementação do *Lean* no local de estudo; (2) o relato do processo de implementação do *Lean Healthcare*, ou seja, quem

foram os envolvidos, a duração, método e práticas aplicadas; (3) questões sobre as principais dificuldades, incluindo evidências, como foram gerenciadas, os fatores que influenciaram negativamente e positivamente. A seção (3) das entrevistas incluiu a apresentação a cada entrevistado, da lista de barreiras mostradas no Quadro 3 desse artigo. Os entrevistados foram solicitados a indicar se a barreira estava presente no local de estudo, os mesmo também tinham a oportunidade de incluir novas barreiras na lista.

Para as observações dos participantes, foram realizadas rodadas nos turnos de atendimento do CME, onde o principal papel era a análise da aplicação das ferramentas *Lean* já implementadas, as dúvidas e nível de engajamento dos participantes. Os dados foram registrados em notas de campo.

Na etapa de descrição e análise dos resultados, foi realizada a caracterização da amostra selecionada, tanto dos entrevistados quanto das observações dos participantes. As análises foram organizadas em duas categorias: (1) Intensidade das barreiras citadas no referencial teórico; (2) Identificação de novas barreiras na implementação do *Lean*.

Inicialmente foi realizada uma comparação com as barreiras identificadas no referencial teórico, onde cada evidência foi cadastrada com as listas de barreiras, verificando a intensidade das mesmas. Deve-se ressaltar que tanto as observações dos participantes quanto as entrevistas constituem-se de fontes de dados onde a percepção advém das situações analisadas.

Posteriormente, utilizou-se tantos das notas das observações quanto dos áudios das entrevistas para a identificação de outras barreiras além daquelas referenciadas na abordagem teórica.

#### 4 | DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O Quadro 1 apresenta o perfil dos entrevistados selecionados para comporem a amostra dessa pesquisa. Visando preservar a identidade dos entrevistados e possíveis conflitos de interesses, utilizou-se do código “A<sub>i</sub>”.

| Código | Perfil  |
|--------|---|
| A1     | Auxiliar de Processos e Qualidade, graduando em engenharia de Produção pela Universidade Luterana do Brasil – ULBRA, auxilia na implementação de projetos estratégicos e não estratégicos na busca pela melhoria dos processos com a aplicação do <i>Lean</i> . |



|    |   |
|----|---|
| A2 | Analista de Projetos e Melhoria de Processos, Bacharel em Administração de Empresas pela Universidade Feevale, pós graduado em Gestão de Projetos e Mestrando em Engenharia de Produção pela Universidade do Vale dos Sinos / Unisinos, responsável por gerenciar projetos de melhoria de processos, avaliar a capacidade e desempenho dos processos das áreas administrativas e assistenciais, implantar e remodelar processos e analisar a integração, os prazos, os riscos, os custos, os recursos, o escopo e a qualidade, além das comunicações internas e externas dos projetos. Atualmente está trabalhando em projetos de aplicação da filosofia <i>Lean</i> na área de faturamento, farmácia e hospital digital. |
| A3 | Analista de Projetos e Melhoria de Processos, atua na implementação de projetos estratégicos e de melhoria de processos assegurando resultados sustentáveis e inovadores na filosofia <i>Lean</i> . Atualmente está trabalhando em projetos de aplicação do <i>Lean</i> na área de hospedagem e rouparia de um hospital de uma operadora de saúde grande porte.   |

Quadro 1 – Perfil dos entrevistados

Além das entrevistas, a coleta de dados contemplou em observações no time que estão desenvolvendo melhorias de processos hospitalares segundo a abordagem *Lean*. O Quadro 2, apresenta uma breve descrição dos cenários onde foram realizadas as observações, codificadas como “O1” e “O2”.

| Código | Descrição   |
|--------|---|
| O1     | Acompanhamento das equipes focada na implementação da melhoria utilizando o <i>Lean</i> .   |
| O2     | Acompanhamento de reuniões de planejamento na execução das melhorias <i>Lean</i> em um Centro de Materiais e Esterilização, desde do agendamento de um procedimento cirúrgico até a sua execução. |

Quadro 2 – Descrição das observações

A análise das respostas dos entrevistados e as percepções extraídas dos grupos O1 e O2 foram classificadas e comparadas aos estudos selecionados durante o referencial teórico, conforme mostrado no Quadro 3. Utilizou-se como escala a simbologia “+” para as barreiras que fortemente impactam a aplicação do *Lean Healthcare*; “+/-” para as barreiras intermediárias; “-” para barreiras leves ou facilmente contornáveis; e “X” para os fatores citados no referencial teórico, mas que não se manifestaram nas experiências dos entrevistados ou nas observações O1 e O2.

| Barreiras e dificuldades |  | Referência    | A1  | A2  | A3  | O1  | O2  |
|--------------------------|--|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| B1                       | Alta variabilidade do processo                                       | [2], [3], [4] | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- |
| B2                       | Falta de entendimento do <i>Lean</i>                                 | [1], [3]      | -   | -   | -   | -   | -   |
| B3                       | Foco em metas nacionais (centrais)                                   | [3]           | -   | X   | -   | X   | X   |
| B4                       | Dificuldade na definição e identificação de perdas                   | [3], [4]      | +/- | -   | X   | -   | -   |
| B5                       | Dificuldades de entender quem é o cliente e seus requisitos de valor | [3], [4],     | X   | +/- | -   | -   | +/- |
| B6                       | Percepção errônea do <i>Lean</i>                                     | [1], [3]      | +/- | -   | -   | -   | -   |
| B7                       | Abordagem inadequada na introdução do <i>Lean</i>                    | [1], [3], [5] | -   | -   | -   | -   | -   |

|     |   |               |     |     |     |     |   |
|-----|---|---------------|-----|-----|-----|-----|---|
| B8  | Habilidades pessoais/profissionais incompatíveis com o <i>Lean</i>      | [1], [3], [4] | +   | +   | +/- | +   | + |
| B9  | Sustentação à longo prazo   | [1]           | +   | +   | +   | +   | + |
| B10 | Engajamento da liderança e dos colaboradores para a obtenção do sucesso | [2], [4]      | +   | +   | +   | +   | + |
| B11 | Hierarquia e gerência incompatíveis com o <i>Lean</i>                   | [1], [4]      | +/- | X   | +   | +   | + |
| B12 | Dificuldade de coleta de dados e medição de desempenho                  | [1], [4]      | +   | +   | +   | +   | + |
| B13 | Resistência a mudança/ceticismo   | [1], [2]      | +   | +/- | +   | +   | + |
| B14 | Momento organizacional interno e externo                                | [1]           | -   | X   | X   | -   | - |
| B15 | Aplicação baseada em ferramentas  | [1]           | -   | X   | X   | -   | - |
| B16 | Alinhamento estratégico   | [4]           | X   | X   | X   | +/- | + |

Quadro 3 – Análise das barreiras e dificuldades relatadas pelos entrevistados e observadas em O1 e O2

Legenda: (+) Barreira forte (+/-) Barreira Intermediária (-) Barreira fraca (X) Barreira Ausente

Fonte: Elaborado com bases em [1] Brandão de Souza; Pidd (2011); [2] Costa (2015); [3] Grove et al. (2010);

[4] Al-Balushi et al. (2014); Soliman, Saurin (2017)

A partir do Quadro 3, observa-se que as barreiras “B09 Sustentação a longo prazo”, “B10 Engajamento da liderança e dos colaboradores para obtenção do sucesso” e “B12 Dificuldade de coletas de dados e medição de desempenho” são as que mais influenciam como um entrave na implementação do *Lean* tanto na visão dos entrevistados como também nas observações realizadas. A dificuldade de sustentação a longo prazo (B09) conforme as experiências de A3 é existente em todos os setores que aplicam a filosofia *Lean* na instituição assistencial de saúde, principalmente porque as áreas acreditam que os donos do projeto é a área de melhorias de processo e não a própria área que está sendo aplicada a filosofia. E conforme os 3 entrevistados e as observações realizadas na área do CME é possível avaliar que esta barreira está diretamente ligada a barreira B10, ou seja, se a supervisão efetivamente não “compra” a ideia do *Lean* e efetivamente tratá-lo com a atenção que necessita multiplicando para seus subordinados, o decaimento é esperado.

As atividades observadas evidenciou que a área possui registros de dados prioritariamente para a rastreabilidade do cuidado, sendo quase ausentes os dados de produção que verificam o desempenho dos processos dessa forma apresentando a terceira barreira forte que mais impacta a implementação do *Lean* principalmente porque conforme o time de implementação da filosofia a falta de informações do processo acaba dificultando a eliminação de desperdícios, como por exemplo, superprodução e estoque na área do arsenal.

Depois de “B09”, “B10” e “B12” aparecem empatados na segunda posição as barreiras “B08 Habilidades Pessoais/Profissionais incompatíveis com o *Lean* e “B13 Resistência a Mudança/ceticismo. A habilidade dos profissionais da saúde foi algo

ênfatisado pelos respondentes. Para A2, os problemas começam na formação desses profissionais, pois eles são poucos expostos a gestão. Por isso, quando se entra na abordagem enxuta, essa deficiência costuma ser um agravante. O1 e O2 confirmam: “O *Lean* é uma visão diferenciada de gestão” e nem todos os profissionais que atuam na área da saúde possuem essa visão. E o respondente A3 traz a tona a uma questão relevante ao mencionar uma fase do projeto de implementação que houve a necessidade de reorganizar o gerenciamento dos requisitos obrigatórios do Centro de Esterilização de Materiais: “Como falar de uma gestão diferenciada sem eles nem compreenderem a gestão básica de seus processos?”

A questão sobre resistência a mudança/ceticismo (B13) notou-se na observação O1 com as queixas de alguns funcionários mencionando que a implementação da filosofia *Lean* é somente para reduzir recursos de mão de obra da área e não eliminar desperdícios. Além disso todos os entrevistados citaram que na primeira abordagem realizada para aplicação das ferramentas da filosofia *Lean*, envolvendo a reorganização do arsenal por especialidade, redução de estoques e do reprocessamento de materiais já esterilizados os principais envolvidos mencionaram que não daria certo. Sendo posteriormente minimizada com a aplicação da prática do *Design Thinking*, onde todos os gestores da área envolvida foram direcionados a uma sala que continha fotos dos principais problemas/perdas do CME e foi solicitado que eles dessem a solução, sendo que as melhorias sugeridas foram as mesmas propostas pela área de melhoria de processos.

Na terceira posição como fator que mais dificulta a implementação do *Lean Healthcare*, apresentam-se a barreira “B11 Hierarquia e Gerência Incompatíveis com o *Lean*”. Na opinião de A1 e A2 a supervisão da área avaliada carece de uma atuação mais próxima a área empresarial, envolvendo mais gestão dos processos e pessoas do que a assistência direta ao paciente.

Ao analisar o fator que mais foi enquadrado como barreira intermediária, observa-se a barreira “B1 Alta variabilidade do processo”. Em relação a B1, o que torna a mesma intermediária é a forma de agendamento de procedimentos/cirurgias que necessitam dos serviços do Centro de Materiais e Esterilização adotada pela instituição assistencial avaliada, que permite o agendamento do procedimento pela parte do médico antes da autorização pela operadora de saúde que acaba gerando a compra de materiais que precisam passar pelo processo de esterilização sem organização prévia, aumento a variabilidade dos processos da área.

No extremo inferior, a abordagem inadequada na introdução do *Lean* e falta de entendimento do *Lean* foram os fatores que menos aparentam gerar preocupação ou impedir as tentativas de melhorias nos processos usando *Lean*. Isso porque conforme levantados por todos os entrevistados as barreiras foram fortemente encontradas logo no início da sua aplicação porém com a capacitação *in company* oferecida para a gerência com a definição da Liderança *Lean*, a abordagem da filosofia para todos os funcionários e a apresentação de todos projetos para a instituição hospitalar, a instituição

tende a passar por uma jornada de aprendizagem e mudança de pensamento.

Por último, o fator “B16 Alinhamento Estratégico” não foi constatado pelos entrevistados em decorrência da metodologia utilizada pela área de melhoria de processos em classificar projetos em estratégicos, onde os resultados são avaliados de forma quinzenal e não estratégicos com avaliação mensal, ambas classificações contam com acompanhamento rotineiro no local físico. A implementação da filosofia *Lean Healthcare* no Centro de Materiais e Esterilização é tratada como não estratégica e isso a O2 reflete com a necessidade do monitoramento contínuo que a área precisa para iniciar a realização de uma ação envolvendo a aplicação do *Lean*.

No reconhecimento de novas barreiras foi verificado por A2 que a falta de hábito da liderança em ir ao *Gemba* para identificar os resultados na ótica da função processo dentro da instituição hospitalar, ou seja, uma visão macro dos ganhos obtidos na aplicação do *Lean Healthcare* e não somente na ótica da função operação, acaba afetando a aplicação do conceito.

## 5 | CONCLUSÃO

A análise dos resultados obtidos revela que as barreiras enfrentadas durante a aplicação do *Lean Healthcare* possuem semelhantes graus de importância de acordo com a visão dos participantes. Isso pode estar atribuído ao envolvimento da área de melhoria de processos na implementação do *Lean*.

O estudo também mostra que as barreiras referenciadas na literatura não são estáticas. As barreiras como “Falta de atendimento do *Lean*” e “Abordagem inadequada na introdução do *Lean*” podem ter deixado de serem barreiras fortes com a popularização do *Lean Healthcare*, tornando o assunto um ponto estratégico dentro das organizações de saúde que pretende aplicar a filosofia. Por outro lado as barreiras “B09 Sustentação a Longo Prazo”, “B10 Engajamento da liderança e dos colaboradores para obtenção do sucesso” e “B12 Dificuldade de coletas de dados e medição de desempenho” ainda permanece como uma barreira forte na implementação da filosofia e devem ser gerenciadas logo na definição do escopo do projeto de futuros estudos de implementação do *Lean Healthcare*.

Os resultados da aplicação da metodologia encontraram uma nova barreira que impacta na implementação do *Lean*, concluindo que é possível que surjam outras novas barreiras conforme a filosofia evolua. E que é necessário que se trate o tema de maneira dinâmica com todos os *stakeholders*.

O estudo é limitado pelo número de participantes envolvidos e pelo fato da análise das barreiras ter sido reconhecida em somente um processo da instituição hospitalar avaliada. Para estudos futuros é recomendado que faça uma verificação em todos os processos onde houver a aplicação do *Lean Healthcare* e o cruzamento entre eles visando avaliar a implementação como um todo, verificando se são barreiras

consideradas isoladas, encontradas somente no Centro de Materiais e Esterilização ou se é comum a outras áreas, onde a filosofia vem sendo aplicada.

## REFERÊNCIAS

AL-BALUSHI, S.; SOHAL, A. S.; SINCH, P. J.; AL HAJRI, A.; AL FARSI, Y. M.; AL ABRI, R. **Readiness factors for lean implementation in healthcare settings – a literature review**. *Journal of Health Organization and Management*, v. 28, n. 2, p. 135-153, 2014.

ATKINSON, P. Creating and implementing lean strategies. **Management Services**, v.48, n. 2, p. 18-33, 2004.

BUSH, R. D. Reducing Waste in US Health Care Systems. **The Journal of American Medical Association**, v.297, n. 8, pp-871-874, 2007

COSTA, Luana Bonom e Message. **Evidências de LeanHealthcare em hospitais brasileiros**. 2015. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Dahlgard, J. J.; Pettersen, J. & Dahlgard Park, S.M. (2011). **Quality and lean health care: a system for assessing and improving the health of healthcare organizations**. *Total Quality Management & Business Excellence*, 22 (6), 673-689.

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DE SOUZA, Luciano Brandão; PIDD, Michael. **Exploring the barriers to lean health care implementation**. *Public Money & Management*, v. 31, n. 1, p. 59-66, 2011.

DICKSON, E. W et al. **Application of Lean Manufacturing Techniques in the ED**. 2006.

DOS REIS, Camila Candida Compagnoni et al. **Construção enxuta, proposta de diagnóstico e análise do canteiro de obras**. *Revista da FAE*, v. 20, n. 1, p. 42-58, 2017.

FONTANINI, Patricia Stella Pucharelli et al. **Mentalidade enxuta no fluxo de suprimentos da construção civil**: aplicação de macro-mapeamento na cadeia de fornecedores de esquadrias de alumínio. 2004.

GRABAN, M. **Lean Hospitals: Improving Quality, Patient Safety, and Employee Engagement**. Boca Raton: Productivity Press, 2011.

GRABAN, M. **Lean Hospitals: Improving Quality, Patient safety, and Employee satisfaction**. New York: Taylor & Francis Group, 2009.

GROVE, A. L. et al. UK health visiting: challenges faced during lean implementation. **Leadership in Health Services**, v. 23, n. 3, p. 204-218, 2010.

JADHAV, J.R., MANTHA, S.S and RANE, S.B. **Exploring Barriers in Lean Implementation**. *International Journal of Lean Six Sigma [online]*, 2014, 5, 122–148. DOI 10.1108/IJLSS-12-2012-0014. ISSN 2040-4166.

MAZZOCATO, P., SAVAGE, C., BROMMELS, M., ARONSSON, H and THOR, J. **Lean Thinking in Healthcare: A Realist Review of the Literature**. *BMJ Quality & Safety [online]*. 2010, 19, 376–382. DOI 10.1136/qshc.2009.037986. ISSN 2044-5423.

- PAPADOPOULOS, T. **The role of actor associations in understanding the implementation of Lean thinking in healthcare.** International journal of operations & production management, 31(2), 167. 2011.
- PERCY, N; RICH, N. **Lean transformation in the pure service environment: the case of the call service Center.** International Journal of Operations & Production Management, v. 29, n. 1, p. 54-76, 2009.
- PEXTON, C. **Working to eliminate bottlenecks.** Cath Lab Digest, 2008.
- RADNOR, Z and WALLEY, P. **Learning to Walk Before We Try to Run: Adapting Lean for the Public Sector.** Public Money and Management [online]. 2008, 28, 3–20. DOI 10.1111/j.1467-9302.2008.00613.x. ISSN 1467-9302.
- REINALDO, Paulo André; NASCIMENTO, Arthur Henrique do. Planejamento de obra utilizando conceitos da lean construction: estudo de caso. **Engenharia civil-Pedra Branca**, 2017.
- RICKARD, T. **Lean Principles in the Laboratory: Impatient Phlebotomy.** EUA: Mayo Clinic, 2007.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar:** mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: LeanInstitute, 2003.
- SAURIN, Tarcisio Abreu; RIBEIRO, José Luis Duarte; MARODIN, Giuliano Almeida. **Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do exterior.** Gestão e produção. São Carlos, SP. Vol. 17, n. 4 (out./dez. 2010), p. 829-841, 2010.
- SCHERER, Jonatas Ost; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Proposição de um modelo para análise dos fatores de risco em projetos de implantação da metodologia lean.** Gestão e produção. São Carlos. Vol. 20, n. 3 (2013), p. 537-553, 2013.
- SOLIMAN, Marlon; SAURIN, Tarcisio Abreu. **Uma análise das barreiras e dificuldades em lean healthcare.** Revista Produção Online, v. 17, n. 2, p. 620, 2017.
- SOUZA, L. B. **Trends and approaches in Lean Healthcare.** Leadership in Health Services, v. 22, n.2, p. 121-139. 2008.
- SWANK, C.K. The lean service machine. **Harvard Business Review**, v. 81, n. 10, p. 129-129, 2003).
- WEBER, D.O. **Toyota-style management drives Virginia Mason.** Physician executive. 2006, (february), 12–17. ISSN 0898-2759.
- WARING, J. J; BISHOP, S. **Lean healthcare: Rhetoric, ritual and resistance.** Social Science & Medicine, 2010, Vol. 71, 1332 e 1340
- WOMACK, J.P; JONES, D,T; ROSS, D. **The machine that changed the world.** New York, Rawson Associates, 1990.



## GERENCIAMENTO DE PROJETOS NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (PDP) APLICADO NA CONSTRUÇÃO DE UMA AERONAVE PARA COMPETIÇÃO DO AERODESIGN

**Edilange Moreira da Costa**

Faculdade Pitágoras

São Luis - MA

**Claudio Roberto Silva Junior**

Faculdade Pitágoras

São Luis - MA

**Gustavo Henrique Andrade Sousa**

Faculdade Pitágoras

São Luis - MA

**José Ribamar Santos Moraes Filho**

Faculdade Pitágoras

São Luis - MA

### TO THE CONSTRUCTION OF AN AIRCRAFT FOR AERODESIGN COMPETITION

**ABSTRACT:** This article describes the steps in project management of a Product Development Process (PDP). More specifically, the realization of the planning, structuring and management of projects for the construction of an aircraft for SAE Aerodesign competition. For this, the management methods used will be shown, in order to obtain satisfactory results for the project. **KEYWORDS:** Project Management, Product Development Process, Sae Aerodesign, Aircraft.

**RESUMO:** O presente artigo descreve as etapas de gerenciamento de um projeto de Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). Mais especificamente, a realização do planejamento, estruturação e gerenciamento de projetos para construção de uma aeronave para competição SAE Aerodesign. Para isso, serão mostrados os métodos gerenciais utilizados, com a finalidade de se obter resultados satisfatórios para o projeto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gerenciamento de Projetos, Processo de Desenvolvimento de Produtos, Sae Aerodesign, Aeronave.

### PROJECT MANAGEMENT IN THE PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS (PDP) APPLIED

### 1 | INTRODUÇÃO

A importância do processo de desenvolvimento de produtos é evidente, assim como as atividades relacionadas à qualidade, diversificação e tempo de introdução no mercado consumidor. Esse processo transforma ideias e objetivos em produtos ou serviços pelos quais os consumidores estão dispostos a pagar a fim de satisfazer suas necessidades. Portanto, o desenvolvimento de produto é um dos mais importantes processos responsáveis pela agregação de valor aos negócios (TAKAHASHI & TAKAHASHI, 2007).

A aplicação do gerenciamento de projetos, por meio dos princípios e práticas do PMBoK

(PMI, 2008), é uma opção relevante para a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas para desenvolver atividades que visam atingir os requisitos do projeto.

Os projetos têm sido focados com metodologias de integração multifuncional como ferramenta efetiva na organização e desenvolvimento de produtos.

Diversos estudos propõem melhorias no desenvolvimento de aeronaves. Lizandra *etal.* (2017) descreveu a avaliação de propriedades psicométricas de uma escala que mede o conforto do assento da aeronave usando a Teoria de Resposta ao Item para verificar a qualidade psicométrica.

Dhouha (2017) desenvolveu um projeto de uma arquitetura de rede de sensores sem fio adequada para monitorar a vibração em uma aeronave visando melhorar a segurança do voo detectando a intensidade de vibração entre todos os componentes da estrutura do avião e comunicando essa informação ao computador do *cockpit* para reagir antes que qualquer componente possa atingir a ressonância. Tais estudos demonstram a importância do desenvolvimento de aeronaves no cenário mundial.

O planejamento, estruturação e gerenciamento de uma equipe de projeto para o *AeroDesign* é um dos pontos mais importantes do desenvolvimento, pois uma equipe bem estruturada e gerenciada possibilitará a realização de um projeto altamente competitivo, sendo essa, uma das tarefas mais restritivas que exige um planejamento eficiente de atividades e recursos com diretrizes bem definidas. Para competições como o *AeroDesign*, o produto não é o modelo da aeronave para competição, mas sim obter uma pontuação expressiva garantindo o sucesso na construção, testes, relatórios e apresentação (ROSA, 2006).

Nesse contexto, o artigo tem como objetivo apresentar a aplicação de uma metodologia de gerenciamento de projetos utilizada para o desenvolvimento de uma aeronave não tripulada controlada por rádio para competição realizada pela SAE. Para isso, o projeto aeronáutico foi dividido nas seguintes etapas metodológicas: (1) concepção do produto, (2) planejamento, (3) organização dos times do projeto, (4) projeto conceitual e (5) projeto detalhado.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Competição *Aero Design*(SAE)

A Competição *SAE AeroDesign* ocorre nos Estados Unidos desde 1986, tendo sido concebida e realizada pela *SAE International*, sociedade que deu origem à SAE BRASIL em 1991 e da qual esta última é afiliada. A partir de 1999 esta competição passou a constar também do calendário de eventos estudantis da SAE BRASIL.

Na década de 60 havia uma competição similar, a “*PAA Load*” como patrocínio da *Pan American Airways*. Os aviões eram de voo livres e a competição era aberta a aeromodelistas profissionais, diferente do *AeroDesign* voltada, para estudantes de

engenharia, com uma grande ênfase no projeto aeronáutico (SAE BRASIL, 2017).

Esta competição é realizada anualmente e ao longo de todos esses anos de existência o *AeroDesign* no Brasil tornou-se visivelmente um evento crescente em quantidade e qualidade dos projetos participantes. Esta evolução foi uma resposta direta às exigências técnicas por parte das Regras da Competição. A competição tem como objetivos promover uma oportunidade única de aprendizado na área aeronáutica através de um projeto multidisciplinar desafiador, promover o intercâmbio técnico e de conhecimento entre as equipes.

## 2.2 Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP)

Clark e Fujimoto *apud* Silva(2002) definem o processo de desenvolvimento de produtos basicamente como o esforço realizado por um conjunto de pessoas de uma empresa na transformação de dados sobre oportunidades de mercado e possibilidades técnicas em bens e informações para fabricação de um produto comercial.

## 2.3 Desenvolvimento de produtos aeronáuticos

Como referência para análise do processo de desenvolvimento de produto (PDP) voltado ao desenvolvimento de aeronaves, neste artigo é considerando o modelo proposto por Anderson (1999), Rosa (2006) e Rodrigues *et al.* (2009) resumido na tabela 1. O modelo foi selecionado por ser um modelo voltado para aeronáuticos, sendo uma referência teórica adequada para a condução do estudo de caso. Deve também ser mencionado que a maioria dos autores concorda em grande parte sobre as etapas básicas do processo de desenvolvimento, e para os objetivos do trabalho em questão, as diferenças entre um modelo e outro não impactariam de forma significativa os resultados do trabalho.

Rosa (2006) afirma que o desenvolvimento de produtos, seja uma máquina, um equipamento, um eletrodoméstico, um software, e no caso de interesse, uma aeronave não tripulada, rádio controlada, segue tipicamente uma sequência de etapas que podem ser descritas na tabela 1.

| Descrição  | Etapas de Projeto     |
|--|-----------------------|
| Definição de necessidades e busca de informações | Projeto Informacional |
| Busca da concepção do produto                    | Projeto Conceitual    |
| Desenvolvimento do layout e parâmetros básicos   | Projeto Preliminar    |
| Complementação do projeto e detalhamento         | Projeto Detalhado     |
| Construção                                       | -                     |
| Teste  | -                     |
| Avaliação  | -                     |

Nas etapas expostas acima, no Projeto Informacional, são geradas as especificações e metas do produto, composta pelos requisitos e informações qualitativas sobre o produto. No Projeto Conceitual, são geradas e estudadas soluções que atendam as especificações meta. Na fase de Projeto Detalhado, é realizado o detalhamento da concepção do produto (solução escolhida), gerando suas especificações finais. Na fase de Preparação para Produção do Produto são realizadas as atividades definição e homologação dos processos de fabricação (ANDERSON, 1999).

Ressalta-se que a organização e gerenciamento de todo o processo de projeto é essencial para garantir seu sucesso, pois apenas o conhecimento e boa vontade das pessoas não são suficientes. O gerenciamento busca a definição e o encadeamento das diferentes tarefas, de modo que as metas sejam atingidas nos prazos adequados, usando recurso humano e materiais disponíveis (ROSA, 2006). Um critério de suma importância é o tempo de desenvolvimento já que este está limitado por datas expostas no regulamento vigente, e tem que acompanhar tanto as frequentes variações de desempenho e possíveis atrasos.

Portanto, o grande desafio está na melhor maneira de combinar estes parâmetros (Qualidade, Tempo, Produtividade) para se obter um PDP eficiente e eficaz pois sua gestão é muito complexa e a função das metodologias e ferramentas é suportar esta tarefa.

### 3 | METODOLOGIA

A presente pesquisa é classificada como exploratória e qualitativa e assume a forma de estudo de caso. Este método é considerado atualmente como delineamento mais adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos (GIL, 2010).

Para elaboração do trabalho, procurou-se estabelecer uma relação entre as metodologias de gerenciamento de projeto e o processo de desenvolvimento de produto. Para isso, as atividades das fases de desenvolvimento de produtos foram baseadas nos grupos de processos (iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento) propostos no PMBoK (PMI, 2008).

Para realização do estudo, buscou-se na literatura especializada por referências para que pudesse dar início ao projeto. As orientações dadas por Rodrigues (2014) e Anderson (1999) foram de suma importância para realizar as etapas básicas de um projeto aeronáutico.

A presente pesquisa foi dividida nas seguintes etapas metodológicas propostas por Rosa (2006): (1) Projeto Informacional, (2) Projeto Conceitual, (3) Projeto Preliminar,

(4) Projeto Detalhado. Nas etapas (1) e (2) utilizou-se de ferramentas de comunicação em projetos, já nas etapas (3) e (4) foram necessários recursos computacionais, tais como: *MS Project*<sup>®</sup> e *Excel*<sup>®</sup>.

## 4 | RESULTADOS

No projeto informacional, a equipe buscou estudar e conhecer sobre o projeto, quais os benefícios diretos e indiretos para o educando, bem como traçar objetivos e metas, uma vez que foi o primeiro ano da equipe na competição.

Para o projeto conceitual, foram estudados os conceitos e restrições impostas pelo regulamento do ano de 2016, restrições da equipe (inexperiência, facilidade construtiva e limitação de recursos financeiros), bem como os primeiros estudos que norteariam o projeto. Foram considerados variados modelos de aeronaves que atendessem os requisitos da competição e limitações da equipe. Ao longo deste processo diversas ideias surgiram, dando fluidez à criação e propiciando aos projetistas a oportunidade de desenvolvimento de soluções nas disciplinas envolvidas no projeto.

Por se tratar de um projeto multidisciplinar, a principal dificuldade encontrada pela equipe nesta etapa do projeto foi a integração das várias disciplinas envolvidas. Para satisfazer as necessidades de projeto, fez-se necessário a elaboração de uma planilha de dados em formato Excel com formulações matemáticas buscando uma análise do maior número de condições possíveis dentro das principais disciplinas envolvidas, seguindo o esquema demonstrado na Figura 1.

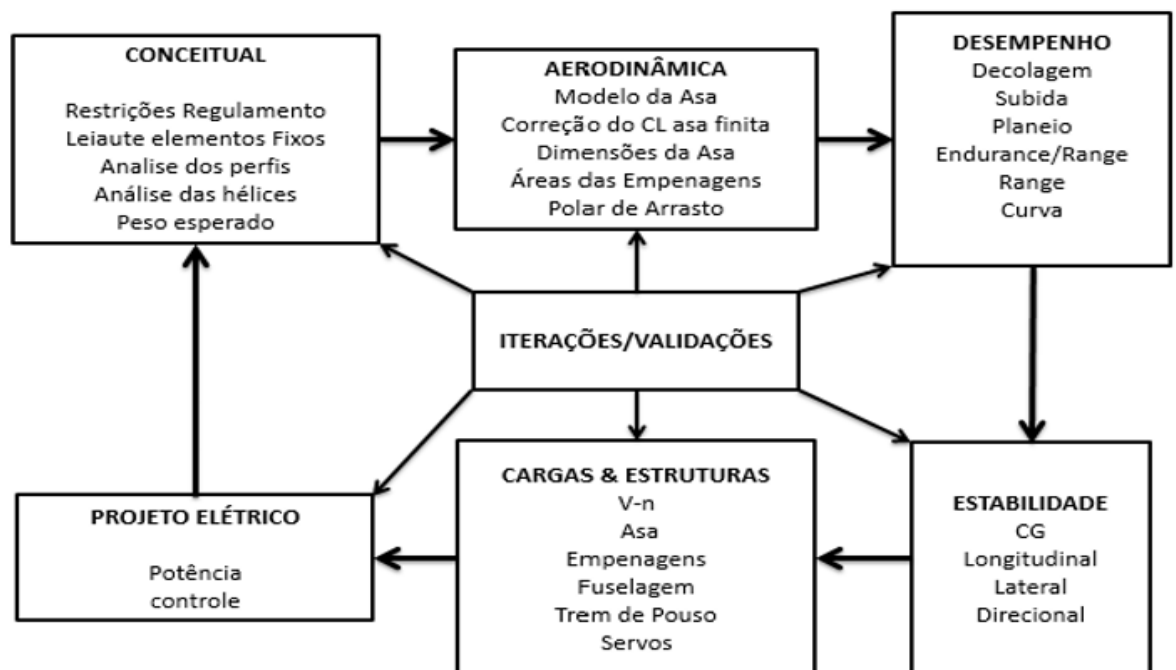


Figura1 – Fluxograma de Análises. Fonte: Os autores (2016)

No decorrer das reuniões foram propostas diversas ideias do modelo oficial da

aeronave. As discussões geraram diversas escolhas primordiais para o projeto, bem como desenhos e protótipos que atendessem os requisitos da competição. A figura 2 abaixo representa um esboço do produto, resultante de discussões referente a concepção da aeronave.

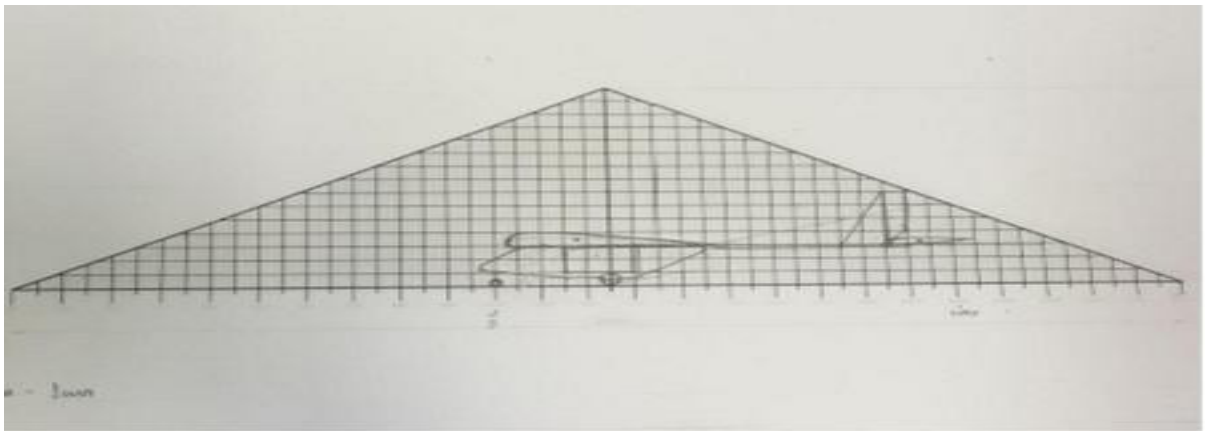


Figura 2 – Esboço da concepção da aeronave. Fonte: Os autores (2016)

A escolha do perfil e asa da aeronave são as etapas iniciais do Projeto Conceitual no Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP). A fim de se obter um bom desempenho na competição, a equipe determinou as características que deveria ter o perfil aerodinâmico ideal da aeronave: elevado coeficiente de sustentação, baixo coeficiente de arrasto, elevada eficiência aerodinâmica, e moderado coeficiente de momento. O mesmo foi escolhido através de simulação computacional. A figura 3 mostra o aerofólio selecionado pelo time do projeto.

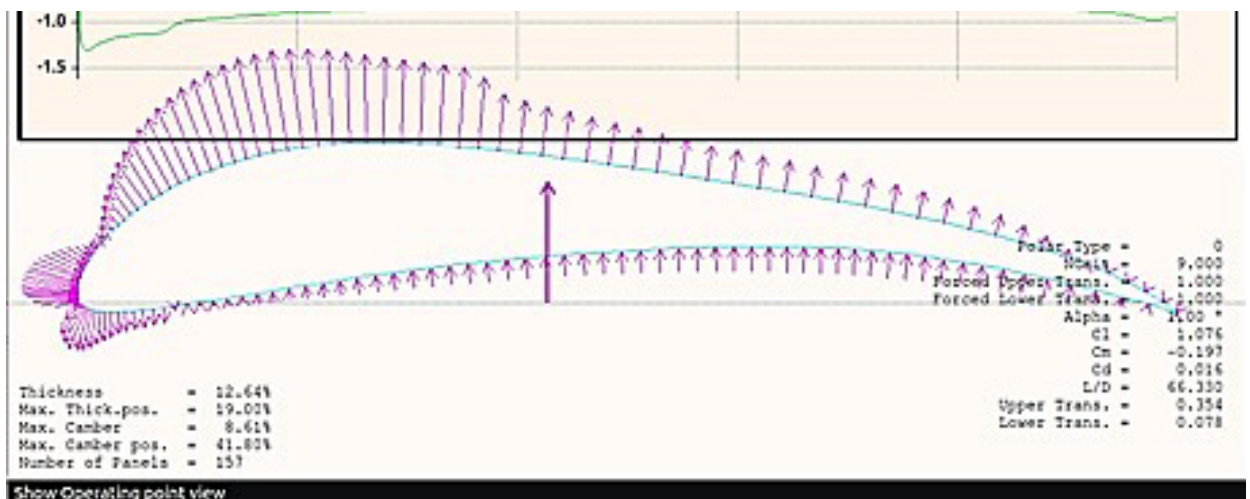


Figura 3 – Aerofólio selecionado para desenvolvimento da aeronave. Fonte: Os autores (2016)

Provavelmente o passo mais crítico no desenvolvimento de um projeto seja a sua definição conceitual, pois uma má caracterização inicial pode comprometer o projeto como um todo. Com relação à competição, algumas dessas características iniciais



de projeto são pré-definidas pelas limitações e critérios de avaliações impostas pelo regulamento.

No projeto preliminar foi feito uso dos fundamentos físicos que regem a análise das principais disciplinas do projeto, através de resolução de suas equações matemáticas, sendo estes resultados discutidos sobre o ponto de atendimento dos requisitos. Seguindo a metodologia proposta na etapa conceitual, a equipe foi capaz de analisar diversas configurações de aeronaves, chegando a um modelo realizável e que atendesse as premissas da equipe e aos requisitos de todas as disciplinas envolvidas no projeto e regulamento. A figura 4 mostra o projeto preliminar concebido pela equipe.

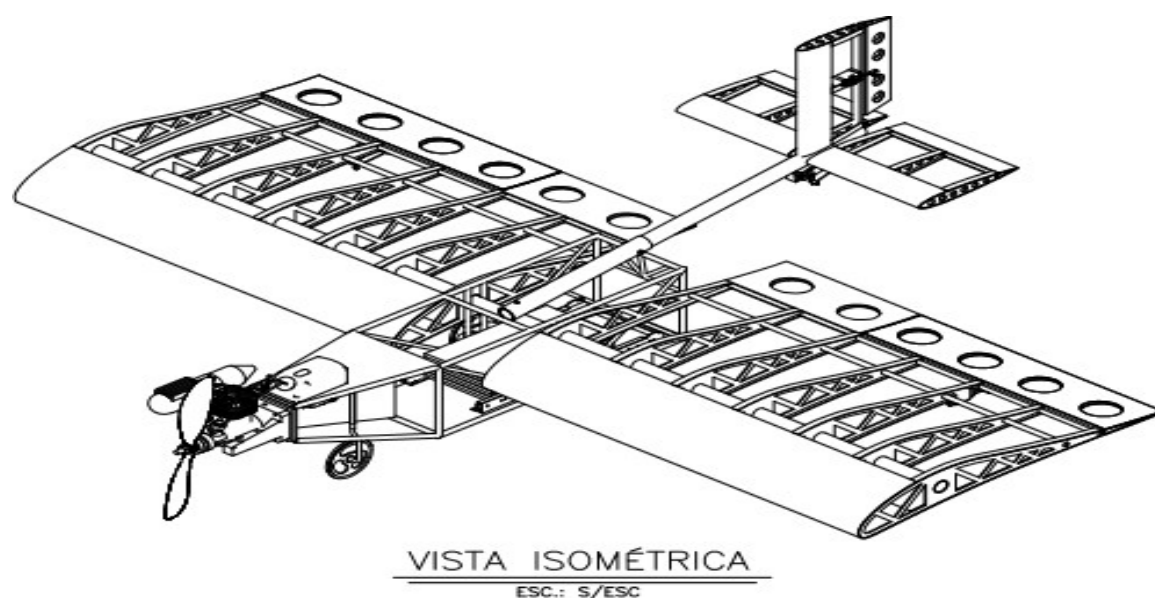


Figura 4 – Projeto preliminar. Fonte: Os autores (2016)

Já para o projeto detalhado, com a determinação analítica das especificações requeridas em cada subsistema para realizar o detalhamento dos componentes principalmente no que se refere a suas dimensões finais e materiais de composição.

Na determinação do modelo de asa para aeronave foram observados pelo time do projeto responsáveis pelas análises aerodinâmicas os requisitos aerodinâmicos e geométricos, tendo como objetivo a seleção da asa que permitisse uma decolagem com a maior carga paga possível. Além disso, foram realizadas demais análises de desempenho e estabilidade do produto até se chegar ao produto final: a aeronave batizada “Cavalacanga”.

Nessa perspectiva, graduandos em Engenharia de Produção se integraram para aplicar práticas de gestão no gerenciamento do projeto apresentado. A proposta foi aprimorar ferramentas de gestão bem como inovar formas de integrar os demais participantes do projeto.

Foi atribuída aos planejadores a organização dos times do projeto baseado no ciclo proposto pelo PMBoK e também na aptidão técnica e domínio de ferramentas

computacionais de cada membro. As comissões eram reunidas semanalmente para apresentações de resultados e discussões sobre a concepção da aeronave. As discussões geraram diversas escolhas primordiais para o projeto, bem como desenhos e protótipos que atendessem os requisitos da competição.

Dentro das especificidades da equipe, coube aos integrantes de engenharia de produção a adequação da equipe para idealização do projeto, sendo necessária a divisão em áreas de projeto, considerando as características peculiares do time tais como: habilidades, curso e área de afinidade de cada integrante, conforme mostrado na figura 5.

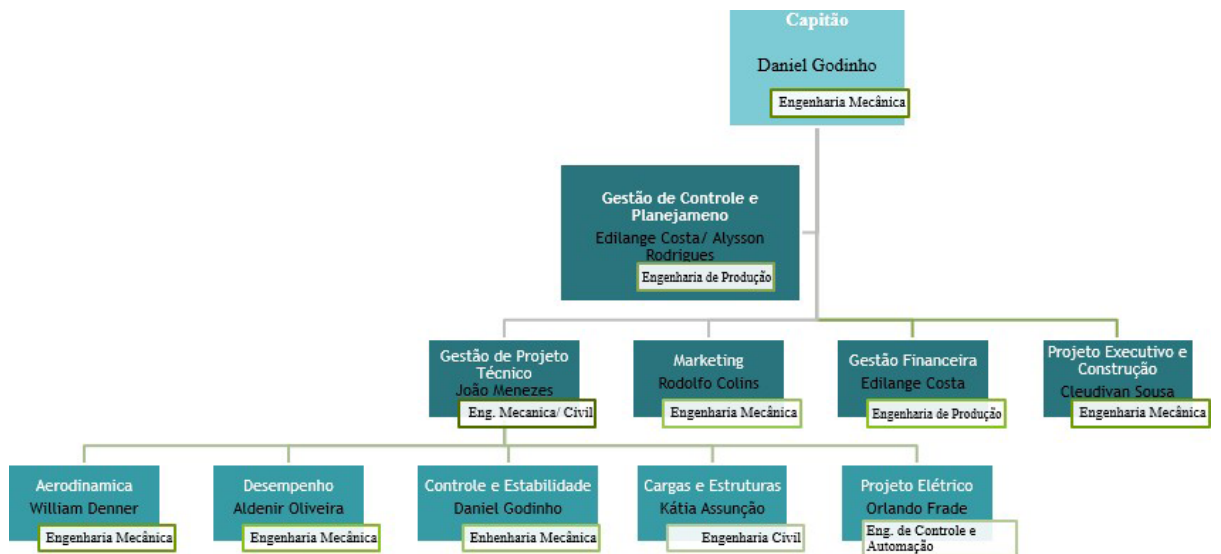


Figura 5 – Subdivisão das equipes. Fonte: Os autores (2016)

Após a divisão da equipe, foi realizado o planejamento de prazos para entregas e realizações das tarefas. Como o *AeroDesign* é uma competição que conta com várias datas para a sua concretização, como data para inscrição, entrega de relatório e vídeo de voo entre outros, portanto, foi necessário atentar aos prazos de entrega para como o controle dos marcos do projeto. O quadro 1 abaixo representa o cronograma macro do projeto.

| ATIVIDADES   | JUN/16 | JUL/16 | AGO/16 | SET/16 | OUT/16 | NOV/16 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Avaliação da equipe e alinhamento dos trabalhos  |        |        |        |        |        |        |
| Modelagem da aeronave e fechamento do relatório de projeto                                 |        |        |        |        |        |        |
| Construção dos subsistemas   |        |        |        |        |        |        |
| Montagem e Ensaios de Protótipo  |        |        |        |        |        |        |
| Envio de vídeo de voo da aeronave para a SAE BRASIL - Finalização montagem da apresentação |        |        |        |        |        |        |
| Acompanhamento da Apresentação Oral e seus apresentadores                                  |        |        |        |        |        |        |
| XVIII Competição AeroDesign SAE Brasil AeroDesign  |        |        |        |        |        |        |
| Avaliação Pós-Competição/ Acompanhamento na elaboração de artigos científicos derivados    |        |        |        |        |        |        |

Quadro1 – Cronograma macro do projeto. Fonte: Os autores (2016)

Uma vez definidas as atividades, foi necessário levantar recursos para que essas atividades fossem executadas. Quanto aos recursos materiais, estes foram divididos em equipamentos e ferramentas diversas de oficinas e matéria-prima como madeira, chapas, espumas, adesivos. Na tabela 2 está representado o orçamento do projeto.

| Necessidades   | Valor:         |
|--|----------------|
| Ferramentas de laboratório e construção da aeronave                                | R\$ 4.110,70   |
| Material da confecção da aeronave  | R\$ 7.524,55   |
| Custo de viagem para a defesa do projeto   | R\$ 14.806,00  |
| Custos com despesas eventuais (material excedente, <i>marketing</i> entre outros.) | R\$ 1.500,00   |
| Total  | R\$ 27. 941,25 |

Tabela 2 – Orçamento do Projeto.

Fonte: Os autores (2016)

A Figura 6 apresenta tanto (a) o Projeto 3D da aeronave “Cavalacanga” e (b) “Cavalacanga” após a construção.



(a)

(b)

Figura6–Projeto 3D da Aeronave “Cavalacanga” (a) e “Cavalacanga” construída (b).Fonte: Os autores (2016)

Com todas as entregas dentro dos prazos estabelecidos, partiu-se para a competição de realizada em São José dos Campos-SP. Na competição, a aeronave passou por inspeção realizada pelos fiscais e atendeu aos requisitos técnicos estabelecidos. É válido ressaltar que na inspeção, os fiscais verificam as conformidades da aeronave com os dados apresentados no relatório de projeto assim como itens de segurança. Em casos de não conformidade a equipe é punida em pontuação e a aeronave não é liberada para voo.

## 5 | CONCLUSÃO

O trabalho apresenta uma visão geral do processo de desenvolvimento de produto e o situa nos processos de gerenciamento de projetos, bem como as etapas realizadas visando sucesso na competição *AeroDesign*.

Este pode ser considerado como um início adequado para investigar a dinâmica desse processo e de como práticas reconhecidas de gerenciamento de projetos podem contribuir para o desempenho do processo de desenvolvimento de produto.

Nos resultados apresentados observou-se que é de suma importância a integração dos times, sendo este um desafio para obter níveis ótimos de indicadores de desempenho. Para aprofundar tal tema abordado sugere-se pesquisas referentes à melhoria de performance na integração de equipes em projetos de desenvolvimento de produtos.

Além disso, os dados e as informações obtidas na realização do estudo permitem dizer que é possível utilizar-se de princípios e ferramentas do PDP aplicado a projetos aeronáuticos visando bons resultados na competição *AeroDesign*. O artigo pretende ainda ser referência para aplicações similares.

## REFERÊNCIAS

**ANDERSON, JOHN D.** *Aircraft Performance and Design*. McGraw-Hill, Inc. New York 1999.

**CLARK, K.B. & FUJIMOTO, T.** *Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry*. Boston-Mass: Harvard Business School, 1991.

**DHOUHA KRICHEN, WALID ABDALLAH, NOUREDDINE BOUDRIGA.** *On the design of an embedded wireless sensor network for aircraft vibration monitoring using efficient game theoretic based MAC protocol*. Ad Hoc Networks v. 61, p.1–15, ElsevierBv. jun. 2017.

**GIL, A.C.** *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

**LIZANDRA DA SILVA MENEGONA, , , SILVANA LIGIA VINCENZIB, , DALTON FRANCISCO DE**

**ANDRADEC, , PEDRO ALBERTO BARBETTAC, ET.AL.** *Design and validation of an aircraft seat comfort scale using item response theory.* *Applied Ergonomics* v.62, p. 216–226. Elsevier Bv. jun. 2017.

**MARSHALL JÚNIOR, I.** *Gestão de operações e qualidade.* Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 2002.

**PMI. (Project Management Institute).** *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide),* Project Management Institute, 2008.

**RODRIGUES, LUÍS EDUARDO MIRANDA JOSÉ.** *Fundamentos da Engenharia Aeronáutica com aplicações ao projeto SAE- AeroDesign: Aerodinâmica e Desempenho.* São Paulo, 2014.

**ROSA, EDISON.** *Introdução ao Projeto Aeronáutico: uma contribuição à competição SAE AeroDesign.* Santa Catarina: UFSC Centro Tecnológico. 2006.

**SAE BRASIL.** *Aerodesign.* Disponível em: <<http://portal.saebrasil.org.br/programas-estudantis/sae-brasil-aerodesign>>. Acesso em: 20/09/2017.

**SILVA, S.L.** *Proposição de um modelo para caracterização das conversões do conhecimento no processo de desenvolvimento de produtos.* São Carlos, 2002. 231p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2002.

**TAKAHASHI, S. & TAKAHASHI, v. P.** *Gestão de inovação de produtos: estratégia, processo, organização e conhecimento.* Rio de Janeiro: Editora Campus, 2007.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**CLEVERSON FLÔR DA ROSA** Professor adjunto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Doutorado em Administração pela Universidade Federal do Paraná UFPR - Curitiba (2017). Mestrado em Administração pela Universidade Federal do Paraná UFPR - Curitiba (2009). Pós-Graduação (Lato Sensu) em Marketing, Gestão de Pessoas e Estratégia Empresarial pela Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP (2005). Graduação em Administração pela Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP (2000) e Graduação em Tecnologia de Desenvolvimento de Sistema de Informação pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR (2008). Trabalha com os temas: Empreendedorismo, Gestão da Inovação, Competitividade e Desenvolvimento Regional.

**JOÃO DALLAMUTA** Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Engenharia de Telecomunicações pela UFPR. MBA em Gestão pela FAE *Business School*, Mestre pela UEL. Trabalha com os temas: Inteligência de Mercado, gestão Engenharia da Qualidade, Planejamento Estratégico, Estratégia de Marketing.



Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-457-3

