

## Engenharia de Produção: What's Your Plan?



Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)

# Engenharia de Produção: What's Your Plan?

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharia de produção: what's your plan? [recurso eletrônico] /  
Organizador Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta  
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia de Produção:  
What's Your Plan?; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-253-1

DOI 10.22533/at.ed.531191204

1. Engenharia de produção – Pesquisa – Brasil. I. Machado,  
Marcos William Kaspchak. II. Série.

CDD 620.0072

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

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.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia da Produção: What’s your plan?*” é subdividida de 4 volumes. O primeiro volume, com 35 capítulos, é constituído com estudos contemporâneos relacionados aos processos de gestão do conhecimento e educação na engenharia, além das áreas de engenharia econômica e tomada de decisão através de pesquisa operacional.

Tanto a gestão de conhecimento como a educação na engenharia mostram a evolução das ferramentas aplicadas ao contexto educacional e empresarial. Algumas delas, provenientes de estudos científicos, baseiam os processos de tomadas de decisão e gestão estratégica dos recursos utilizados na produção. Além disso, os estudos científicos sobre o desenvolvimento da educação em engenharia mostram novos direcionamentos para os estudantes, quanto à sua formação e inserção no mercado de trabalho.

Na segunda parte da obra, são apresentados estudos sobre a aplicação da gestão de custos, investimentos em ativos e operações de controle financeiro em organizações. E outros, que representam a aplicação de ferramentas de método multicritério de tomada à decisão empresarial que auxiliam os gestores a escolher adequadamente a aplicação de seus recursos.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de conhecimentos e inovações, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO NO BRASIL: UM PANORAMA NA PESQUISA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	
Rodrigo Salgado Martuchelli Fernando Luiz Goldman	
DOI 10.22533/at.ed.5311912041	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>17</b>
A ESCOLHA DO TEMA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC) NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO COMO UM PROBLEMA DE TOMADA DE DECISÃO	
Ian Viana Coutinho Emmanuel Paiva de Andrade Edna Ribeiro Alves Celia Cristina Pecini Von Kriiger Liliane Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.5311912042	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>29</b>
ENSINO 3.0: A FORMAÇÃO ACADÊMICA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO PAUTADA NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS	
Éder Wiliam de Macedo Siqueira	
DOI 10.22533/at.ed.5311912043	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
SERVITIZAÇÃO E INDÚSTRIA 4.0 NA MANUFATURA: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	
Matheus Phelipe Vendramini Alexandre Tadeu Simon	
DOI 10.22533/at.ed.5311912044	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>53</b>
A INOVAÇÃO NAS EMPRESAS DE PEQUENO PORTE: UMA ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO ORGANIZACIONAL ATRAVÉS DO GRAU DE INOVAÇÃO	
Auristela Maria da Silva André Marques Cavalcanti Gabriel Herminio de Andrade Lima	
DOI 10.22533/at.ed.5311912045	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>64</b>
ALINHAMENTO ESTRATÉGICO ENTRE A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E O PLANEJAMENTO DOS NEGÓCIOS BASEADO NA GESTÃO DE TI	
Rafael Nunes de Campos Íris Bento da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5311912046	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>76</b>
COACHING: UMA REVISÃO DA LITERATURA	
Maria de Fatima do Nascimento Brandão Níssia Carvalho Rosa Berginate	
DOI 10.22533/at.ed.5311912047	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>95</b>
GESTÃO DAS PARTES INTERESSADAS E INOVAÇÃO ABERTA: UM ENSAIO TEÓRICO NA PERSPECTIVA DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS	
Priscila Nesello	
Ana Cristina Fachinelli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5311912048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>111</b>
GERENCIAMENTO DE PROJETOS: COMPARATIVO BIBLIOMÉTRICO DOS ANAIS DE CONGRESSOS BRASILEIROS NA ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO E ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	
Ronielton Rezende Oliveira	
Patricia Souza Amaral Tardivo Boldorini	
Henrique Cordeiro Martins	
Alexandre Teixeira Dias	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5311912049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>136</b>
GESTÃO DO CONHECIMENTO NO DEPARTAMENTO PÓS-OBRA	
Erick Areco Cáceres	
Silvia de Toledo Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>153</b>
MODELO DE ANÁLISE DE PREDIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DAS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS UTILIZANDO CADEIAS DE MARKOV	
Auristela Maria da Silva	
André Marques Cavalcanti	
Gabriel Herminio de Andrade Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>167</b>
MODELOS DE MATURIDADE EM GESTÃO DE PROJETOS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA	
Rafael de Azevedo Palhares	
Natalia Veloso Caldas de Vasconcelos	
Mariana Simião Brasil de Oliveira	
Arthur Arcelino de Brito	
Paulo Ellery de Oliveira	
Pedro Osvaldo Alencar Regis	
Nathaly Silva de Santana	
Pablo Veronese de Lima Rocha	
Ricardo André Rodrigues Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>182</b>
O USO DA MANUTENÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE NEGÓCIO NO SERVIÇO DE PÓS-VENDA EM UM SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO	
Paulo Mantelatto Pecorari	
Carlos Roberto Camello Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120413</b>	

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>194</b>
PRÁTICAS DE MEDIAÇÃO: A APLICAÇÃO DO GOOGLE CLASSROOM COMO BASE DA DISCIPLINA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	
Julio Cesar Ferreira dos Passos	
Maria Juliana Goes Coelho da Cruz	
Ricardo Venturinelí	
Simone Seixas Picarelli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>205</b>
SOLUÇÃO TECNOLÓGICA EM REALIDADE VIRTUAL PARA TREINAMENTO DE ATLETAS PARALÍMPICOS: O CASO DO TREINA+	
Bernardo Vasconcelos de Carvalho	
Luiz Guilherme Rodrigues Antunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>217</b>
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E AGRONEGÓCIO: PRINCIPAIS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
Luiz Ricardo Oliveira Begali	
Eduardo Gomes Carvalho	
Weider Pereira Rodrigues	
Lázaro Eduardo da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>230</b>
ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DOS MUNICÍPIOS PARAIBANOS NA APLICAÇÃO DE RECURSOS DO GOVERNO FEDERAL PARA O CONTROLE DA DOENÇA DE CHAGAS: UMA INVESTIGAÇÃO POR MEIO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	
Jonas Cordeiro de Araújo	
Edlaine Correia Sinézio Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>245</b>
ANÁLISE DA VIABILIDADE DO PROCESSO DE AUTOMATIZAÇÃO NA LINHA DE MONTAGEM EM UMA EMPRESA DE INTERRUPTORES	
Leonardo Ayres Cordeiro	
Matheus Dias Guedes de Oliveira	
Nayara Aparecida Rocha Ferreira	
Sílvia Gabriela Macieira Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>258</b>
ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM UMA UNIVERSIDADE	
Roni Mateus Machado Rigo	
Anderson Felipe Habekost	
Cristiano Roos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120419</b>	

<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>270</b>
ESTIMATIVAS DAS ELASTICIDADES PREÇO E RENDA DA DEMANDA POR ENERGIA ELÉTRICA RESIDENCIAL E POR REGIÃO GEOGRÁFICA DO BRASIL	
Palloma da Costa e Silva Roberta Montello Amaral	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>283</b>
COMPARATIVO DO CUSTO TOTAL DE PROPRIEDADE DE VEÍCULOS DE TRANSPORTE DE FUNCIONÁRIOS: ESTUDO DE CASO EM FÁBRICA DE CONFECÇÕES	
Nelize Aparecida de Souza Rodney Wernke Antonio Zanin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>294</b>
ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA PARA CRIAÇÃO DE UMA INCUBADORA TECNOLÓGICA EM LORENA	
Thamara Gonçalves Vilela Prado Marco Antonio Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120422</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>307</b>
MÉTODO FLUXO DE CAIXA DESCONTADO: ANÁLISE FINANCEIRA DA PETROBRAS	
Evandir Megliorini Ian Miller Osmar Domingues José Roberto Tálamo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120423</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>318</b>
MÉTODO <i>PRICE BAND</i> APLICADO NA PRECIFICAÇÃO DE PRODUTOS EM UMA REDE VAREJISTA	
O'mara Guimarães da Costa Natália Varela da Rocha Kloeckner	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120424</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>328</b>
PREVISÃO DO PREÇO DO CIMENTO PORTLAND NOS ESTADOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL	
Patricia Cristiane da Cunha Xavier Adriano Mendonça Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120425</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>344</b>
PROPOSTA DE UM DIAGNÓSTICO DOS ATIVOS INTANGÍVEIS EM EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA DO SETOR DE ENERGIA	
Vinícius Jaques Gerhardt Julio Cezar Mairesse Siluk Jordana Rech Graciano dos Santos Mariana Soncini Minuzzi Claudia de Freitas Michelin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120426</b>	

<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>356</b>
APLICAÇÃO DA OTIMIZAÇÃO EM REDES EM UMA EMPRESA DO SETOR AVÍCOLA	
Luana Teixeira Sousa	
Ananda Gianotto Veiga	
Mariana Ferreira de Carvalho Chaves	
Marcus Vinicius Vaz	
Stella Jacyszyn Bachega	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120427</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>368</b>
COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS DE FORECASTING PARA SÉRIES SAZONAIS: UMA APLICAÇÃO PARA PREVISÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR EM SANTA MARIA – RS	
Liane Werner	
Cleber Bisognin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120428</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>380</b>
DESENVOLVIMENTO DO MENOR CAMINHO PARA A MELHORIA DAS LINHAS DE ÔNIBUS EM UM BAIRRO NO MUNICÍPIO DE ARACAJU - SE	
Tayane Magalhaes Alvaia	
Hellen Mariany Santos	
Marcos Wandir Nery Lobao	
Jose Ricardo Menezes Oliveira	
Glaucia Regina de Oliveira Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120429</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>391</b>
ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS BASEADO NOS MÉTODOS SERVQUAL E SMARTS: APLICAÇÃO EM TERMINAIS AEROPORTUÁRIOS	
João Paulo Figueira Marchesi	
Janaina Figueira Marchesi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120430</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>407</b>
MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO PARA ESCOLHA DE UM TRANSPORTADOR TERCEIRIZADO ATRAVÉS DO MÉTODO PROMETHEE II	
Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi	
Monica Frank Marsaro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120431</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>420</b>
SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA OTIMIZAÇÃO DE ROTAS EM UMA FÁBRICA DE PÃES	
Kassia Tonheiro Rodrigues	
Carolina Lino Martins	
Kurt Costa Peters	
Naylil Liria Baldin Lacerda	
Luiz Junior Maemura Yoshiura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120432</b>	

<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>431</b>
USO DA <i>CONJOINT ANALYSIS</i> PARA AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DA EMBALAGEM DE CASTANHA DE BARU NA PREFERÊNCIA DOS CONSUMIDORES MATO-GROSSENSES	
Eduardo José Oenning Soares Rodrigo Carniel Sefstron Rodolfo Benedito da Silva Alexandre Gonçalves Porto Alexandre Volkmann Ultramari	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120433</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>442</b>
ANÁLISE DOS FUNDOS BRASILEIROS DE ÍNDICE ATIVO: EXISTE RELAÇÃO ENTRE A TAXA DE ADMINISTRAÇÃO E OS RESULTADOS ENTREGUES AOS INVESTIDORES?	
Igor Soares Pinto Coelho Marcelo Albano Mauricio da Rocha José Guilherme Chaves Alberto Adriano Cordeiro Leite	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120434</b>	
<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>453</b>
OTIMIZAÇÃO DO MIX DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE TINTAS E REVESTIMENTOS	
Ariane Schio de Azevedo Carolina Lino Martins João Batista Sarmento dos Santos Neto Kassia Tonheiro Rodrigues Luiz Junior Maemura Yoshiura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120435</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>473</b>

## FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO NO BRASIL: UM PANORAMA NA PESQUISA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

### Rodrigo Salgado Martuchelli

Fundação Educacional Serra dos Órgãos - Centro  
de Ciência e Tecnologia  
Teresópolis – RJ

### Fernando Luiz Goldman

Fundação Educacional Serra dos Órgãos - Centro  
de Ciência e Tecnologia  
Teresópolis – RJ

**RESUMO:** A ideia de identificar fatores críticos de sucesso (FCS), apresentada, originalmente, na literatura empresarial por Daniel, em 1961, sugere que, para ser efetivo, um sistema de informações deve estar focado nos fatores que realmente irão determinar seu sucesso. Rockart, em 1979, em artigo intitulado “*Chief executives define their own data needs*”, volta ao tema, definindo os FCS como um limitado número de áreas nas quais os resultados, se satisfatórios, irão assegurar um desempenho competitivo de sucesso para a organização, demandando atenção especial dos gerentes. Este trabalho apresenta uma revisão integrativa de literatura que busca explicitar as tendências e padrões nos estudos dos FCS nos últimos anos, no Brasil. Utilizam-se métodos explícitos e sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar criticamente artigos sobre a temática escolhida. A base de dados científicos utilizada é nacional (SCIELO) e o critério de busca é ter

o texto sido publicado nos últimos quinze anos, sendo selecionados para análise detalhada, capaz de fornecer panorama atualizado, oito artigos, considerados os mais representativos, sobre a aplicação de FCS em diferentes setores econômicos. Conclui-se haver, apesar da antiguidade do tema, um alto interesse da comunidade brasileira de Engenharia de Produção na aplicação de FCS em diferentes áreas de conhecimento, sinalizando que - mais do que um modismo - há ainda uma busca pelo aprofundamento dos conhecimentos e da base conceitual sobre o tema, incluindo o uso de Análise Multicriterial para sua determinação. Desse modo, este trabalho fornece pistas sobre as oportunidades e direções para pesquisas futuras neste campo de estudos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fatores Críticos de Sucesso. Revisão integrativa de Literatura. Sistemas de Informações. Desempenho Competitivo. Gestão de Projetos.

**ABSTRACT:** The idea of identify critical success factors (CSF), originally presented in the business literature by Daniel in 1961, suggests that to be effective, an information system must be focused on the factors that will really determine its success. Rockart, in 1979, in an article titled “*Chief Executives defines their own data needs*”, back to the theme, defining the CSF as a limited number of areas in which the results,

if satisfactory, will ensure a successful competitive performance for the organization, demanding special attention from managers. This work presents an integrative review of literature that search to explicit the trends and patterns in the studies of the CSF in the last years in Brazil. Are used explicit and systematic methods to identify, select and critically evaluate articles on the chosen topic. The scientific database used is national (SCIELO) and the search criterion is to have the text been published in the last fifteen years, being selected for detailed analysis, able to provide updated overview, eight articles, considered the most representative, about the application of CSF in different economic sectors. It is concluded, despite the antiquity of the theme, there is a high interest of the brazilian community of Production Engineering in the application of CSF in different areas of knowledge, signaling that - more than a fad - there is still a search for deepening knowledge and conceptual basis about the subject, including the use of Multicriteria Analysis for its determination. Thus, this work provides clues about the opportunities and directions for future research in this field of study.

**KEYWORDS:** Critical Success Factors. Integrative review of literature. Information Systems. Competitive Performance. Project Management.

## 1 | INTRODUÇÃO

As organizações, impulsionadas pelos desafios de uma economia globalizada, passam por uma constante evolução, tanto em tecnologia como nas exigências do mercado. Este cenário, marcado por significativas transformações, demandam respostas rápidas às mudanças nesse ambiente cada vez mais dinâmico e incerto. Com isso, as empresas têm buscado utilizar métodos e ferramentas para alcançar seus objetivos e se manterem no mercado. Desta forma, torna-se interessante efetuar estudos que busquem identificar os fatores que contribuem para o seu sucesso.

A ideia de identificar Fatores Críticos de Sucesso (FCS), apresentada, originalmente, na literatura empresarial por Daniel (1961), sugere que, para ser efetivo, um sistema de informações deve estar focado nos fatores que realmente irão determinar seu sucesso. Rockart (1979, p. 9, tradução nossa), em artigo seminal, volta ao tema, definindo-os da seguinte forma:

FCS são, portanto, para qualquer negócio, o número limitado de áreas nas quais os resultados, se forem satisfatórios, garantirão um desempenho competitivo bem-sucedido para a organização. São as poucas áreas-chave em que “as coisas devem dar certo” para o negócio florescer. Se os resultados nessas áreas não forem adequados, os esforços da organização para o período serão menores do que o desejado.

Dado o contexto apresentado, tem-se a seguinte questão de pesquisa: Qual o panorama atual da pesquisa em Engenharia de Produção sobre FCS no Brasil?

Este artigo relata pesquisa cujo objetivo geral é apresentar Revisão Integrativa de Literatura (RIL) nos estudos sobre FCS nos últimos 15 anos, no Brasil, com ênfase nos métodos de elicitación dos FCS.

Para ajudar a alcançar o objetivo geral, a pesquisa precisará alcançar os seguintes

objetivos específicos: i) fazer uma RIL; ii) analisar o estado atual do tema da pesquisa no Brasil; e iii) avaliar métodos de elicitación usados nos artigos da amostra intencional.

O desenvolvimento do presente trabalho faz-se em cinco seções, incluindo esta **Introdução**. A segunda, **Aspectos metodológicos**, qualifica a pesquisa descrita quanto aos métodos e meios empregados. A terceira, **Referencial Teórico**, traz os argumentos que fundamentam a pesquisa. A quarta, **Análise dos resultados**, exhibe e examina os resultados obtidos. Por fim, a quinta seção, **Considerações finais**, traz limitações da pesquisa, sugestões para pesquisas futuras e uma conclusão sucinta.

## 2 | ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para Transfield et al. (2003, p. 207, tradução nossa) realizar uma revisão da literatura é uma parte importante de qualquer projeto de pesquisa e “o pesquisador mapeia e avalia o território intelectual relevante, a fim de especificar uma questão de pesquisa que irá desenvolver ainda mais sua base de conhecimentos”.

Transfield et al. (2003, p. 207) afirmam ainda que nos últimos 15 anos, as Ciências da Saúde tentam melhorar o processo de revisão por meio da síntese de pesquisas de maneira sistemática, transparente e reprodutível, com o duplo objetivo de aprimorar o conhecimento e informar a elaboração de políticas públicas e as práticas em saúde. Transfield et al. (2003, p. 207) avaliam que o processo de revisão sistemática pode ser aplicado ao campo da Gestão, a fim de “produzir um estoque de conhecimento confiável e melhorar a prática através do desenvolvimento de pesquisas sensíveis ao contexto”.

Segundo Chueke e Amatucci (2015, p. 1), vários métodos se propõem a sistematizar a literatura acadêmica em uma determinada área de conhecimento, como, por exemplo, a bibliometria, a meta-análise, a RIL, entre outros. O termo bibliometria, usualmente, se refere à aplicação, numa abordagem quantitativa, de métodos estatísticos e matemáticos para análise de obras literárias, originando-se na crença de que a geração de conhecimento é materializada por meio da produção científica (CHUEKE; AMATUCCI, 2015, p. 1-2). A meta-análise é outro método de cunho quantitativo utilizado para sistematizar a produção científica de um campo de saber, integrando os achados de diferentes estudos e buscando, por exemplo: comparar os resultados obtidos em contextos de pesquisa diferentes; observar a variedade de métodos utilizados em um campo; e identificar as diferentes contribuições teóricas, empíricas ou metodológicas em uma determinada área de conhecimento (CHUEKE; AMATUCCI, 2015, p. 2). Já a RIL, abordagem qualitativa usada neste artigo, mais densa e que busca analisar “amostras” menores, é uma forma de pesquisa que procura “rever, criticar e sintetizar uma literatura representativa sobre um tema específico, integrando os achados de tal forma que novos frameworks e perspectivas se apresentem” (TORRACO, 2016, p. 404).

Assim, nesta pesquisa, utilizam-se métodos explícitos e sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar qualitativamente um pequeno grupo de artigos sobre a temática escolhida, numa RIL. A base de dados científicos utilizada é nacional (SciELO) e o critério de busca é o artigo ter sido publicado nos últimos 15 anos, sendo selecionados para análise detalhada, capaz de fornecer panorama atualizado, oito artigos, considerados os mais representativos, sobre a aplicação de FCS em diferentes setores econômicos.

Chueke e Amatucci (2015, p. 4) consideram que um ponto crítico nos estudos bibliométricos é o período de coleta de dados, sendo que muitos autores acreditam que seja suficiente realizar a análise de dados num período de apenas 5 anos. Aqueles autores questionam se este período temporal corresponderia realmente à evolução do campo e afirmam que no mínimo seria necessário levantar artigos num espaço de tempo mínimo de 10 anos. Daí a escolha de um período de 15 anos.

FCS têm sido bastante abordados na literatura, sendo que a contribuição do presente artigo não está na introdução de novos construtos, mas na aplicação desses conceitos na análise dos artigos selecionados, em especial, na forma de elicitar os FCS.

A área da pesquisa da Engenharia de Produção é a Gestão do Conhecimento Organizacional/ Gestão de Projetos, embora seja difícil limitar a aplicação dos FCS, sendo empreendida pesquisa exploratória, considerando fontes de boa reputação acadêmica: principalmente, artigos publicados em periódicos e anais de seminários, ambos, com avaliação cega pelos pares; teses e dissertações; e livros de autores de reconhecido prestígio acadêmico, recentes ou seminiais.

A figura 1 elenca os principais passos da pesquisa.

Passos	Descrição
Passo 1 Elaborar o Protocolo de pesquisa	Elaborar o protocolo de pesquisa estabelecendo as perguntas que deverão ser respondidas a partir da leitura sistemática de artigos. Estabelecer os <i>outputs</i> ou <i>displays</i> que serão apresentados no artigo.
Passo 2 Identificar os estudos mais relevantes no campo	Inicialmente, sugere-se realizar uma busca ampla em diferentes bases e periódicos para identificar artigos de interesse. Para tanto, deverão ser criados os critérios de inclusão e exclusão de artigos. Esses critérios de busca devem estar alinhados à pergunta de pesquisa e a discussão em curso no campo de conhecimento.
Passo 3 Avaliar a qualidade dos estudos levantados	Criar uma ficha de avaliação de artigos com os critérios que vão caracterizar se o artigo vai ou não constituir o corpo de artigos que serão analisados de forma exaustiva.
Passo 4 Sintetizar os dados coletados	Consiste na fase de tabulação dos resultados, qualificando e explorando as contradições e afinidades entre estudos.
Passo 5 Integrar os resultados obtidos	Gerar análises comparando e contrastando os dados. Deve-se buscar responder à pergunta de pesquisa e apontar novos rumos para pesquisas futuras.

Figura 1 – Passos da revisão de literatura

Fonte: Chueke e Amatucci (2015, p. 3)

### 3 | REFERENCIAL TEÓRICO

Rocha (2009, p. 43) adota a premissa de que “os FCS são um instrumento empírico válido para o planejamento estratégico empresarial, principalmente nas etapas de identificação e especificação das demandas de informação e desempenho”.

A definição simples de FCS baseada na ideia de Rockart (1979) sugere que: “As poucas áreas de atividades em que resultados favoráveis garantirão o sucesso do desempenho competitivo de indivíduos, departamentos ou organizações”.

Os FCS são indicadores que os dirigentes devem identificar e controlar, pois reconhecer esses fatores pode contribuir para o sucesso de uma empresa ou projeto e não reconhecê-los, pode aumentar a probabilidade de insucesso. Esses FCS existem, não sendo criados, mas devendo, sim, ser identificados e descobertos em diferentes níveis de organização. Apesar da aparente simplicidade conceitual, FCS são um poderoso framework, consistindo sua maior complexidade em elicitá-los em diferentes níveis da empresa. FCS estão fortemente relacionados aos objetivos estratégicos e à missão de um negócio ou projeto. Para identificar possíveis FCS, as missões e metas devem ser avaliadas para determinar quais áreas do negócio devem ser mais consideradas. (HAERY; GHORBANI; FARAHMAND, 2014, p. 169)

Conforme Quintella e Gomes (2005, p. 4) “o método de FCS auxilia os gerentes a focar sua atenção naquilo que é realmente importante”. Para eles, o valor do processo de FCS está em explicitar as áreas-chave de um negócio de forma a auxiliar no processo de planejamento da empresa, melhorar a comunicação entre os gerentes e desenvolver sistemas de informação (SI) e de comunicação dentro da empresa. Com isso, Maganhoto (2012, p. 65) acrescenta que os FCS ajudam a indivíduos de uma empresa a priorizar as coisas mais importantes e a estabelecer e alcançar objetivos que sejam compatíveis com os objetivos globais de uma empresa.

De acordo com Araújo e Gomes (2004, p. 738) a identificação dos FCS expressa nas mais diversas áreas de conhecimento da gestão é de extrema importância para o seu desenvolvimento e aplicação. Rockart (1978, p. 12) e Rocha et al (2010, p. 3) colocam que existem diversos fatores que podem influenciar o desempenho das empresas, entretanto, poucos são determinantes do seu sucesso e, por conta disso, são denominados de FCS. Com base nos estudos de Shank, Boynton e Zmut (1985, p. 123), o que se percebe é que os FCS representam notável atratividade para a alta administração das empresas, uma vez que representam uma ferramenta que auxilia na concentração de questões organizacionais vitais para as várias áreas de uma empresa.

Assim, como destacado por Cabral (2007, p. 22), o uso dos FCS como ferramenta de gestão tem um papel preponderante na avaliação das necessidades de dados e informações. Rocha et al. (2010, p.4) corroboram isso, ao afirmar que “um grande número de pesquisadores, consultores e executivos têm utilizado esta ferramenta nos processos de desenvolvimento de planejamento estratégico como ponto de partida

para a aplicação de novas metodologias de controle e gestão empresarial”. AMBERG; FISCHL e WIENER (2005) empreenderam ampla retrospectiva da pesquisa sobre FCS.

Jordão et al. (2015, p. 281) afirmam que a o sucesso da Gestão de Projetos depende, em grande parte, do conhecimento dos FCS usados para criar medidas que auxiliem na gestão, no controle e na correção das atividades, como também para apoiar e medir o sucesso de uma abordagem estratégica e tática da execução de projetos.

Um aspecto muito importante sobre as pesquisas com FCS diz respeito a procedimentos de amostragem. Quando se ouve todos os conhecedores considerados relevantes, gerentes por exemplo, se está considerando uma opinião média, mas quando se ouve apenas uma parte de uma população, está se falando de amostragem. É claro que o risco de erro de uma conclusão obtida a partir de uma amostragem pode ser estimado para qualquer dado tamanho de amostra mediante um procedimento de cálculo estatístico razoavelmente simples. No entanto, raramente se observa o uso de cálculos para decidir sobre um tamanho de amostra, em artigos deste tipo sobre FCS. Kahneman (2012) analisando psicólogos, por exemplo, chegou a conclusão de que eles comumente escolhem amostras tão pequenas que expõem a si próprios a um risco da ordem de 50% de fracasso na confirmação de suas hipóteses, “numa porcentagem de risco que nenhum pesquisador em sã consciência aceitaria”.

Conquanto o software Smart PLS use o método de Mínimos Quadrados Parciais e busque atender a situações muito frequentes na pesquisa social - tais como: ausência de distribuições simétricas das variáveis mensuradas, teorias ainda em fase inicial ou com pouca “cristalização”, modelos mais complexos com muitos constructos e muitas variáveis observadas e/ou quantidade menor de dados – e seu uso crescente venha mostrando sua robustez e aplicabilidade, como acontece em qualquer pesquisa quantitativa, é importante estimar o tamanho mínimo da amostra a ser usada (ver, por exemplo, o software G\*Power 3.1.9 em <http://www.gpower.hhu.de/en.html>). Além de estimar a amostra, é necessário explicitar de que universo se está falando, o que muitas vezes não acontece. (RINGLE; SILVA; BIDO, 2014).

## 4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como resultado da pesquisa na base de dados nacional consultada (SCIELO), realizada com último acesso no dia 04/06/2018, utilizando como palavras-chave “Fatores Críticos de Sucesso” e critério de busca “todos os índices”, obteve-se um total de 72 artigos. Como o foco do presente estudo é avaliar o panorama da pesquisa sobre FCS no contexto brasileiro, num primeiro processo de seleção, foram aplicados filtros referentes ao local de publicação (Brasil) e idioma (Português). Além disto, foi delimitada uma restrição temporal no filtro referente ao ano de publicação dos artigos,

sendo necessário que estes tenham sido publicados entre 2003 e 2018 (últimos quinze anos). A resultante dessa filtragem apresentou um total de 54 artigos.

Em uma primeira análise, na qual foi efetuada uma breve leitura do título e resumo dos estudos, evidenciou-se que considerável fração destes não remetiam a temática central pretendida, principalmente aqueles que não apresentavam a palavra-chave no título. Desta forma, optou-se por realizar uma nova pesquisa na base de dados, empregando descritor e filtros idênticos ao procedimento anterior, porém, com critério de busca “título”. Como resultado desse segundo processo, foi obtido um total de 24 artigos publicados. Em um terceiro momento, efetuou-se novamente a leitura dos resumos dos estudos resultantes, buscando avaliar a compatibilidade do conteúdo destes com os objetivos deste trabalho. Após a conclusão disto, não foi evidenciado a necessidade de exclusão de nenhum estudo, sendo obtido assim uma amostra preliminar composta por 24 artigos coletados na base de dados.

O número de artigos encontrado ao longo dessa seleção é relativamente alto, considerando as restrições estabelecidas à temática consultada na base de dados. Desta forma, percebe-se que, além de marcar presença no cenário brasileiro de pesquisa, o estudo dos FCS ainda é uma área que vem sendo explorada em diversos contextos.

Para a construção de uma RIL, tornou-se necessário a realização de uma amostragem, baseada nos resultados preliminares da seleção de artigos. Nesta etapa, a amostragem se caracteriza como não-probabilística e intencional, uma vez que a seleção dos artigos que a compõem foi determinada a partir de julgamentos considerados apropriados para essa pesquisa. Esse processo mostrou grande relevância para o estudo, uma vez que buscou representar, da melhor forma, o universo delimitado sobre FCS. Desta forma, foram selecionados oito artigos para uma análise mais detalhada. O Quadro 1 apresenta os artigos selecionados para RIL.

Citação	Título	Periódico
ARAÚJO; GOMES, 2004	Fatores críticos de sucesso no setor de distribuição de combustíveis: a percepção das empresas distribuidoras.	Revista de Administração Pública (RAP)
CARLI; DELAMARO; SALOMON, 2010	Identificação e priorização dos fatores críticos de sucesso na implantação de fábrica digital.	Produção
FELIX; TAVARES; CAVALCANTE, 2018	Fatores críticos de sucesso para adoção de Big Data no varejo virtual: estudo de caso do Magazine Luiza.	Revista Brasileira de Gestão de Negócios
JORDÃO et al., 2015	Fatores críticos na gestão de projetos: um estudo de caso numa grande empresa latino-americana de classe mundial.	Gestão e Produção
KARPINSKI et al., 2017	Fatores Críticos para o sucesso de um curso em EAD: a percepção dos acadêmicos.	Revista da Avaliação da Educação Superior
MARIOKA; CARVALHO, 2014	Análise de fatores críticos de sucesso de projetos: um estudo de caso no setor varejista.	Produção
MAURÍCIO; JABBOU, 2017	Fatores críticos de sucesso à adoção de GSCM: estudo de casos no setor de baterias automotivas.	Gestão e Produção
SAMAAN; SALGADO; SILVA; MELLO, 2012	Identificação dos fatores críticos de sucesso no desenvolvimento de produtos de empresas de biotecnologia do estado de Minas Gerais.	Produção

Quadro 1 - Artigos selecionados para Revisão Integrativa de Literatura

Esta seleção é intencional, pois naturalmente a experiência dos pesquisadores tem certo grau de influência, procurando-se mesclar diferentes setores econômicos de aplicação e diferentes métodos de elicitar os FCS.

Um ponto vital no framework dos FCS seria a elicitação, entendida como a técnica ou conjunto de técnicas utilizadas para se descobrir, junto aos usuários detentores das informações, em geral os gestores, os fatores para a construção de um sistema efetivo de gestão.

O Quadro 2 apresenta o objetivo central que direciona os estudos relacionados à aplicação do conceito de FCS no contexto econômico em que se desenvolve.

Estudo	Segmento econômico	Objetivo
ARAÚJO; GOMES, 2004	Distribuição de Combustível	Identificar e priorizar os fatores cruciais ao melhor desempenho possível do negócio.
CARLI; DELAMARO; SALOMON, 2010	Não especificado	Identificação dos FCS aplicáveis à implantação do projeto de Fábrica Digital.
FELIX; TAVARES; CAVALCANTE, 2018	Varejo Virtual	Identificar FCS para adoção de Big Data.
JORDÃO et al., 2015	Mineração	Compreender a relação entre os FCS em gestão de projetos e seu impacto no resultado dos projetos.
KARPINSKI et al., 2017	Ensino a Distância (EAD)	Identificar os FCS mais relevantes e que contribuem para a vantagem competitiva do curso de especialização.
MARIOKA; CARVALHO, 2014	Varejo	Analisar os FCS no gerenciamento de projetos.
MAURÍCIO; JABBOU, 2017	Baterias Automotivas	Identificar e analisar a influência dos FCS que participam da adoção das práticas de GSCM nas empresas estudadas.
SAMAAN; SALGADO; SILVA; MELLO, 2012	Biotecnologia	Identificar os FCS no desenvolvimento de novos produtos e correlacioná-los com as variáveis "tempo de desenvolvimento" e "idade da empresa".

Quadro 2 – Método de Elicitação de FCS

O Quadro 3 mostra as formas de elicitação apresentadas nos artigos selecionados.

Estudo	Segmento econômico	Método de Elicitação de FCS	
		Coleta de dados	Análise de dados
ARAÚJO; GOMES, 2004	Distribuição de Combustível	Entrevista	Priorização pelo método AHP com auxílio do software <i>Expert Choice</i>
CARLI; DELAMARO; SALOMON, 2010	Não especificado	Revisão de literatura e entrevista	Priorização pelo método AHP e atribuição de importancias relativas pelo método Delphi
FELIX; TAVARES; CAVALCANTE, 2018	Varejo Virtual	Revisão de literatura e entrevista	Análise de conteúdo com criação de categorias de FCS a priori e a posteriori
JORDÃO et al., 2015	Mineração	Revisão de literatura, entrevista e análise documental	Análise de conteúdo e estatística (Mediana, moda, desvio padrão e Ranking Médio)
KARPINSKI et al., 2017	Ensino a Distância (EAD)	Revisão de literatura e entrevista	Técnicas estatísticas alicerçadas em análise fatorial exploratória
MARIOKA; CARVALHO, 2014	Varejo	Revisão de literatura e entrevista	Análise estatística e avaliação do desempenho dos resultados do levantamento
MAURÍCIO; JABBOUR, 2017	Baterias Automotivas	Revisão de literatura, entrevista, observações de campo e análise documental	Análise narrativa de cada caso estudado e triangulação de dados
SAMAAN; SALGADO; SILVA; MELLO, 2012	Biotecnologia	Revisão de literatura e entrevista	Análise estatística em relação a 2 variáveis; Correlação dessas variáveis pela aplicação do método de regressão dos mínimos quadrados parciais (PLS) com auxílio do software Minitab 15

Quadro 3 – Métodos de Elicitação de FCS

Os quadros de 4 a 8 apresentam algumas das outras análises empreendidas ao longo da RIL:

Estudo	Segmento econômico	Classificação da pesquisa			
		Natureza	Objetivos	Abordagem	Procedimentos
ARAÚJO; GOMES, 2004	Distribuição de Combustível	Aplicada	Exploratória	Qualitativa e Quantitativa	Levantamento e bibliográfica
CARLI; DELAMARO; SALOMON, 2010	Não especificado	Aplicada	Exploratória	Qualitativa e Quantitativa	Levantamento, bibliográfica, estudo de caso e pesquisa-ação
FELIX; TAVARES; CAVALCANTE, 2018	Varejo Virtual	Aplicada	Exploratória	Qualitativa	Levantamento, bibliográfica e estudo de caso
JORDÃO et al., 2015	Mineração	Aplicada	Descritiva	Qualitativa e Quantitativa	Levantamento, bibliográfica, estudo de caso e documental
KARPINSKI et al., 2017	Ensino a Distância (EAD)	Aplicada	Exploratória	Quantitativa	Levantamento, bibliográfica e estudo de caso
MARIOKA; CARVALHO, 2014	Varejo	Aplicada	Exploratória	Qualitativa e Quantitativa	Levantamento, bibliográfica estudo de caso e documental
MAURÍCIO; JABBOU, 2017	Baterias Automotivas	Aplicada	Exploratória	Qualitativa	Levantamento, bibliográfica, estudo de caso e documental
SAMAAN; SALGADO; SILVA; MELLO, 2012	Biociencia	Aplicada	Exploratória	Qualitativa e Quantitativa	Levantamento e bibliográfica

Quadro 4 – Classificação das pesquisas

Estudo	Segmento econômico	Instrumento de entrevista	Nº de entrevistas aplicadas	Elementos entrevistados
ARAÚJO; GOMES, 2004	Distribuição de Combustível	Roteiro de entrevista	30	Executivos e especialistas do segmento de distribuição de combustível
CARLI; DELAMARO; SALOMON, 2010	Não especificado	Questionário interno para validação dos FCS encontrados em literatura	17	Especialistas em projetos de fábricas digitais de 4 empresas
FELIX; TAVARES; CAVALCANTE, 2018	Varejo Virtual	Roteiro baseado em FCS para implementação de Business Intelligence	9	Membros da equipe de TI da empresa estudada
JORDÃO et al., 2015	Mineração	Questionário composto por roteiro de pesquisa com 7 variáveis, desmembradas em 30 questões com escala Likert de grau 7	19	Empregados, gestores, diretores e especialistas em gestão de projetos
KARPINSKI et al., 2017	Ensino a Distância (EAD)	Questionário de preenchimento online com 36 questões com escala Likert de grau 5	110	Acadêmicos do curso de Gestão Pública com da modalidade EAD oferecido pela empresa estudada
MARIOKA; CARVALHO, 2014	Varejo	Questionário fechado, estruturado em 3 blocos, com escala Likert de grau 5	43	Membros do PMO, superintendência e representantes de 4 diretorias da empresa estudada
MAURÍCIO; JABBOUR, 2017	Baterias Automotivas	Roteiro para entrevistas individuais dividido em duas partes	3	Gestores de projetos, compras e ambientais de empresas do segmento
SAMAAN; SALGADO; SILVA; MELLO, 2012	Biociencia	Questionário baseado em estudos da literatura	13	Empresas de biociencia do estado de Minas Gerais

Quadro 5 – Tipos de entrevistas

Estudo	Segmento econômico	Bases teóricas de FCS
ARAÚJO; GOMES, 2004	Distribuição de Combustível	<b>Rockart (1979)</b> ; Kanter (2003); Loureiro et al. (2003); Bullinton et al. (2002); Cheng e Li (2002); Loriggio (1996)
CARLI; DELAMARO; SALOMON, 2010	Não especificado	Laurindo (2002), <b>Rockart (1979)</b> ; Alvarenga (2003); Carneiro (2006); Quintella, Rocha e Alves (2005); Tondaladinne, Gurram e Bachala (2006); Gambôa, Caputo e Bresciani Filho (2004); Caralli (2004); Esteves e Pastor (2000); Moraes e Laurindo (2003); Rocha (2005); Matos (2004) e Stackpole (2006).
	Varejo Virtual	Não identificado
JORDÃO et al., 2015	Mineração	Hwang & Lim (2013), Yaraghi & Langhe (2011), Alves et al. (2013), Vezzoni et al. (2013), Ofori (2013) e Morioka & Carvalho (2014); Rockart (1979); Dinsmore (2007); Pinto & Slevin (1987); Han et al. (2012); Kloppenborg & Opfer (2002), Raz et al. (2002); Shenhar et al. (1997 e 2001); Ruuska & Vartiainen (2003); Olson et al. (2001); Jordão et al. (2013); Kerzner (2002)
KARPINSKI et al., 2017	Ensino a Distância (EAD)	<b>Rockart (1979)</b> ; Remayal, Behar e Maçada (2009); Magnani (2004)
MARIOKA; CARVALHO, 2014	Varejo	<b>Rockart (1979)</b> ; Murphy, Baker e Fisher (1974 e 1988); Slevin e Pinto (1986); Pinto e Slevin (1987, 1988 e 1989); Fortune e White (2006); Kerzner (2006); Cooke-Davies (2002); Lopes (2009); Shenhar e Dvir (1996 e 2007); Shenhar (2001); Shenhar et al. (2002); Evaristo Fenema (1999); Patah e Carvalho (2009); Carvalho e Rabechini Junior (2008, 2009 e 2010); McFarlan (1984)
MAURÍCIO; JABBOUR, 2017	Baterias Automotivas	<b>Rockart (1979)</b> ; Leidecker e Bruno (1984); Boymont e Zmud (1984); Wee e Quazi (2005)
SAMAAN; SALGADO; SILVA; MELLO, 2012	Biotecnologia	Não identificado

Quadro 6 – Bases teóricas utilizadas

Estudo	Segmento econômico	Principais contribuições das pesquisas
ARAÚJO; GOMES, 2004	Distribuição de Combustível	A elicitação dos FCS contribuíram para a constituição de informações estratégicas, refletindo as preocupações dos especialistas do setor quanto a rotina das empresas de distribuição.
		A aplicação do método de apoio à decisão foi fundamental para a condução e aprimoramento da compreensão dos problemas do segmento estudado.
CARLI; DELAMARO; SALOMON, 2010	Não especificado	Os FCS identificados e priorizados serviram de suporte ao processo de implantação da fábrica digital na empresa estudada.
FELIX; TAVARES; CAVALCANTE, 2018	Varejo Virtual	A identificação dos FCS possibilitou o conhecimento das barreiras e oportunidades específicas do contexto de <i>big data</i> no varejo virtual brasileiro, sanando assim uma carência da literatura disponível.
JORDÃO et al., 2015	Mineração	A identificação dos FCS e indicadores-chave de desempenho na empresa estudada serviu como auxílio no mapeamento, avaliação e melhoria do desempenho da GP.
		Os resultados também indicam que a elicitação de FCS é capaz de impedir surgimento de problemas e/ou minimizar os efeitos destes.
KARPINSKI et al., 2017	Ensino à Distância (EAD)	Além de comprovar empiricamente os FCS do negócio estudado, estes colaboraram para o desenvolvimento de estratégias de aprimoramento do posicionamento da instituição no mercado.
MARIOKA; CARVALHO, 2014	Varejo	Mais que identificar os FCS, os resultados da pesquisa evidenciaram a relação desses fatores com as tipologias de projetos. Sendo assim, tem-se que as tipologias de projetos são determinantes da intensidade com que cada FCS afeta o desempenho dos projetos.
MAURÍCIO; JABBOUR, 2017	Baterias Automotivas	Foi possível subsidiar os gestores das empresas do segmento estudado com os FCS às práticas de GSCM, propiciando o melhor desempenho das mesmas.
		A identificação dos FCS demonstram os pontos-chave para os quais uma maior atenção deve ser direcionada, possibilitando o alcance do gerenciamento mais efetivo desses fatores em menor tempo e com economia de recursos.
SAMAAN; SALGADO; SILVA; MELLO, 2012	Biotecnologia	A identificação e correlação dos FCS com as variáveis delimitadas possibilitou o conhecimento dos fatores que limitam e contribuem para o tempo de desenvolvimento de produto e, também, para a continuidade da empresa no mercado.

Quadro 7 – Contribuições identificadas

Estudo	Segmento econômico	Sugestões para estudos futuros
ARAÚJO; GOMES, 2004	Distribuição de Combustível	Reavaliação periódica dos FCS das empresas distribuidoras de combustível.
CARLI; DELAMARO; SALOMON, 2010	Não especificado	Julgar a relevância dos FCS para diferentes funções da implantação de fábrica digital; análise sobre a efetiva utilização dos FCS identificados e priorizados no estudo.
FELIX; TAVARES; CAVALCANTE, 2018	Varejo Virtual	Identificação dos FCS na implantação de Big data em outros setores econômicos e outras organizações.
JORDÃO et al., 2015	Mineração	Não identificado.
KARPINSKI et al., 2017	Ensino a Distância (EAD)	Realização de novos estudos sobre FCS em outras instituições de ensino à distância, tendo em vista a confirmação ou refutação dos resultados obtidos.
MARIOKA; CARVALHO, 2014	Varejo	Discussão a respeito de indicadores para o acompanhamento do sucesso em projetos em diferentes contextos.
MAURÍCIO; JABBOUR, 2017	Baterias Automotivas	Ampliar as amostras das organizações pesquisadas; investigar esse tema em outros setores industriais; inserir outros elos da cadeia de suprimentos para análise de FCS à adoção de práticas de GSCM por toda cadeia; mensurar estatisticamente a relação entre FCS e práticas de GSCM.
SAMAAN; SALGADO; SILVA; MELLO, 2012	Biотecnologia	Verificação dos FCS em empresas de biотecnologias em outros estados; proposição de um modelo referencial para Identificar FCS no PDP de empresas do segmento de biотecnologia.

Quadro 8 – Recomendações dos autores

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, tem-se como objetivo apresentar um panorama sobre as tendências e padrões nos estudos sobre FCS nos últimos quinze anos, no Brasil. Assim, usa-se o método da bibliometria para a coleta inicial de artigos, que é avaliada quantitativamente. Logo em seguida, identifica-se uma amostra intencional de oito artigos e faz-se a sua posterior análise qualitativa, caracterizando uma RIL. A base de dados utilizada foi a SCIELO. Embora seja possível tratar dados qualitativos de forma quantitativa, isto não foi feito no presente trabalho, sendo o método de análise utilizado indutivo, dialético, orientado ao processo e aos resultados, que – deve ser destacado – não são generalizáveis. A pesquisa descrita apresenta as limitações inerentes às RIL.

Ao final da análise, conclui-se haver, apesar da antiguidade do tema, um considerável interesse da comunidade brasileira de EP na aplicação de FCS em diferentes áreas de conhecimento (24 artigos publicados em quinze anos), sinalizando

que – mais do que um modismo – há ainda uma busca pelo aprofundamento dos conhecimentos e da base conceitual sobre o tema.

Apesar da importância de trabalhos acadêmicos nacionais (mestrado e doutorado), eles não foram contabilizados nessa pesquisa, já que se esperava que muitos dos artigos publicados fossem procedentes dos mesmos estudos dessas dissertações e teses. No entanto, é possível observar que a base de trabalhos acadêmicos nacionais é bem mais ampla do que a de artigos publicados, indicando, assim, oportunidades para pesquisas futuras sobre FCS nas bases de dissertações e teses. Percebe-se também uma promissora combinação com o uso de Análise Multicriterial para elicitación dos conhecimentos de especialistas na determinação de FCS, fornecendo-se, desse modo, novas pistas sobre as oportunidades e direções para pesquisas futuras neste campo de estudos.

No entanto, percebe-se na RIL um certo afastamento das bases conceituais propostas por Rockart para os FCS, perdendo-se a relativa simplicidade e robustez do *framework* original, em especial, elementos que demandam maiores preocupações com indicadores de confiabilidade de amostragens.

## REFERÊNCIAS

AMBERG, M.; FISCHL, F.; WIENER, M. **Background of critical success factors research.** Nürnberg: Friedrich Alexander Universität Erlangen. 2005. (Working Paper n. 2)

ARAÚJO, E. R.; GOMES, L. F. A. M. Fatores críticos de sucesso no setor de distribuição de combustíveis: a percepção das empresas distribuidoras. **Revista de Administração Pública (RAP)**, v. 38, n. 5, p. 729-748, set./out. de 2004.

CABRAL, L. L. **Qualidade percebida dos serviços hospitalares: uma avaliação utilizando o método dos fatores críticos de sucesso e a escala servqual.** 2007. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2007.

CARLI, P. C.; DELAMARO, M. C.; SALOMON, V. A. P. Identificação e priorização dos fatores críticos de sucesso na implantação de fábrica digital. **Produção**, v. 20, n. 4, p. 549-564, out./dez. de 2010.

CHUEKE G. V.; AMATUCCI M. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. **Revista Eletrônica de Negócios Internacionais**, São Paulo, v.10, n. 2, p. 1-5, mai./ago. 2015.

DANIEL, D. Management Information Crisis. **Harvard Business Review**, p. 111-125, Sep.- Oct. 1961.

FELIX, B. M.; TAVARES, E.; CAVALCANTE, N. W. F. Fatores críticos de sucesso para adoção de Big Data no varejo virtual: estudo de caso do Magazine Luiza. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 20, n. 1, p. 112-126, jan./mar. de 2018.

HAERY F. E.; GHORBANI H.; FARAHMAND A. A. An AHP Approach for Ranking Critical Success Factors of Customers Experience in Iranian Banks from Managers' Viewpoint. **International Journal of Marketing Studies**; v. 6, n. 1, p. 168-176, 2014.

JORDÃO, R. V. D.; PELEGRINI, F. G.; JORDÃO, A. C. T.; JEUNON, E. E. Fatores críticos na gestão de projetos: um estudo de caso numa grande empresa latino-americana de classe mundial. **Gestão e Produção**, v. 22, n. 2, p. 280-294, 2015.

KAHNEMAN, D. **Rápido e devagar**: duas formas de pensar. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

KARPINSKI, J. A.; DEL MOURO, N. F.; CASTRO, M.; LARA, L. F. Fatores críticos para o sucesso de um curso em EAD: a percepção dos acadêmicos. **Revista da Avaliação da Educação Superior** [online], v. 22, n. 2, p. 440-457, jul. de 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-40772017000200440&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-40772017000200440&script=sci_abstract)>. Acesso em: 06/04/2018

MAGANHOTO, S. L. **Fatores críticos de sucesso para a cadeia de ajuda: uma proposta para indústria metal mecânica**. 2012, 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2012.

MARIOKA, S.; CARVALHO, M. M. Análise de fatores críticos de sucesso de projetos: um estudo de caso no setor varejista. **Produção**, v. 24, n. 1, p. 132-143, jan./mar. de 2014.

MAURICIO, A. L.; JABBOUR, A. B. L. S. Fatores críticos de sucesso à adoção de GSCM: estudo de casos no setor de baterias automotivas. **Gestão e Produção**, v. 24, n. 1, p. 78-94, 2017.

QUINTELLA, H. L. M. M.; GOMES, F. V. A. Fatores críticos de sucesso no start up de medicamentos para disfunção erétil. **Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção (RPEP) [online]**, v. 5, n. 21, p. 1-9, jan./dez. de 2005.

ROCHA, H. **Fatores Críticos de Sucesso de Start-up de Veículos e a Qualidade (CMMI) no Desenvolvimento de Produtos no Sul Fluminense**. 2005, 353 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

\_\_\_\_\_. **FCS no processo de desenvolvimento de produtos**. 2009. 275f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2009.

ROCHA, H. M.; DELAMARO, M. C.; QUINTELLA, H. L. M. M.; AFFONSO, L. M. F. Fatores críticos de sucesso no processo de desenvolvimento de produtos na indústria automotiva Sul-Fluminense. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 7., 2010, Resende, RJ. **Anais...** Resende: AEDB, 2010, p. 1-15.

ROCKART, J. F. **A new approach to defining the chief executive's information needs**. Cambridge: Center for Information Systems Research (CISR), Sloan School of Management. Massachusetts Institute of Technology (MIT), 1978. 35 p. (Working Paper n. 37)

\_\_\_\_\_. Chief Executives Define Their Own Data Needs. **Harvard Business Review**, v. 57, p 81-83, 1979.

SAMAAN, M.; SALGADO, E. G.; SILVA, C. E. S.; MELLO, C. H. P. Identificação dos fatores críticos de sucesso no desenvolvimento de produtos de empresas de biotecnologia do estado de Minas Gerais. **Produção**, v. 22, n. 3, p. 436-447, maio/ago. de 2012.

SHANK, M. E.; BOYNTON, A. C.; ZMUD, R. W. Critical success factors analysis as a methodology for MIS planning. **MIS Quartely**, v. 9, n. 2, p. 121-129, jun. de 1985.

TORRACO R. J. Writing Integrative Literature Reviews: Using the Past and Present to Explore the Future. **Human Resource Development Review**, v. 15, n. 4, p. 404–428, 2016.

TRANSFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British Journal of Management**, v. 14, n.3, p.207- 222, 2003.

## A ESCOLHA DO TEMA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC) NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO COMO UM PROBLEMA DE TOMADA DE DECISÃO

### Ian Viana Coutinho

Universidade Federal Fluminense – UFF  
Niterói – RJ

### Emmanuel Paiva de Andrade

Universidade Federal Fluminense – UFF  
Niterói – RJ

### Edna Ribeiro Alves

Universidade Federal Fluminense – UFF  
Niterói – RJ

### Celia Cristina Pecini Von Kriiger

Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### Liliane Almeida

Universidade Federal Fluminense – UFF  
Niterói – RJ

**RESUMO:** A vida universitária dos estudantes dura cerca de 5 anos, atravessando etapas que solicitam suas energias físicas e psíquicas, tanto no processo de aprendizagem, quanto na dimensão da socialização acadêmica e profissional. Uma dessas experiências intensas é a escolha e a elaboração do seu trabalho de conclusão de curso (TCC). O presente estudo, tomando como referência teorias de decisão do consumidor, investiga fatores e circunstâncias presentes na escolha do tema do TCC por alunos de Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense em Niterói-

RJ. A metodologia adotada foi o estudo de caso, utilizando-se para a coleta de dados um *survey* feito com 41 alunos da disciplina de Projeto Final I (PF I) e 29 alunos da disciplina de Projeto Final II (PF II). Responderam à pesquisa 30 alunos de PF I e 22 de PF II. A análise dos dados utilizou a planilha de *MS-Excel*, buscando-se entender o comportamento e os pontos críticos à luz de cada uma das cinco etapas do Modelo de Kotler e Keller (2006). Os resultados mostraram que a escolha do tema do TCC no curso estudado é complexa, exigindo razoável dose de amadurecimento do estudante. Incerteza e perplexidade, em transição do mundo acadêmico para o mundo do trabalho, estiveram presentes em todo o processo, confirmando estudos anteriores acerca do estresse dessa experiência acadêmica.

**PALAVRAS-CHAVE:** TCC; Engenharia de produção; Tomada de decisão.

**ABSTRACT:** University life is filled with individual and collective experiences, which last about 5 years, going through different stages that, in higher or lower intensity, require your physical and mental energies, both in the learning process and in the dimensions of academic or professional socialization. One of the above mentioned experiences is choosing our final project's topic. This study looks into consumer decision-making theories to

investigate important circumstances, key factors and criteria involved in the choices made by manufacturing engineering students at Universidade Federal Fluminense in Niterói, Rio de Janeiro. The methodology used was a case study and for gathering data, a survey was developed and sent to students of two courses: “Projeto Final I” (41 students) and “Projeto Final II” (29 students). 30 students of “Projeto Final I” and 22 students of “Projeto Final II” answered the survey. The data analysis was made with the spreadsheets program “MS Excel”, seeking to understand the key factors and students’ behaviors in light of the five steps of the Kotler and Keller Model (2006). The results show that the process of choosing the theme of the final term paper in the graduation course is complex and delicate, demanding a reasonable amount of maturing by the student. Uncertainty and perplexity, in this moment of transition from the academic world to the professional world, have been present through all the process, confirming previous studies about the stress.

**KEYWORDS:** Manufacturing engineering; Industrial engineering; Final paper term; End of course work; Consumer decision-making.

## 1 | INTRODUÇÃO

Na Conferência Regional de Educação Superior da América Latina e o Caribe – CRES 2018, ocorrida em junho de 2018, o sociólogo português Boaventura de Sousa Santos afirma que “uma universidade que é ‘sustentável’ porque financia a si mesma é uma universidade insustentável como bem comum, porque se transformou em uma empresa” (SANTOS, 2018). Essa afirmação é um alerta importante para todos quantos veem a universidade em uma perspectiva de empresa, sem imaginar os desdobramentos importantes que isso acarreta para o sentido e a prática da universidade como um dispositivo de produção do conhecimento autônomo. Esse alerta é levado em consideração no presente estudo, ainda que o mesmo tenha adotado, como exercício de compreensão, a utilização de ferramentas oriundas do mundo das empresas para avaliar aspectos da vida universitária.

Miranda e Arruda (2004) sugerem que, desde o início da década de 1950, os estudos do comportamento do consumidor têm se tornado referência para direcionar e compreender determinantes influenciadores no comportamento humano. A teoria, ampliada dessa maneira, saía da relação estrita e limitada entre fornecedor e consumidor e passava a considerar a prática da relação entre cidadão e sociedade. Churchill Jr. e Peter (2000) agregam a isso a perspectiva de que os desejos, em grande parte, se iniciam com a percepção de uma necessidade sendo, por sua vez, o impulso interior para atendê-la, aquilo que os estudiosos denominam motivação.

Caminhando em sentido oposto, Silva *et al.* (2013) vão dizer que a necessidade é induzida em grande medida pela dinâmica do ato de comprar, alimentado por uma sofisticada economia de mercado, capaz de produzir motivações que geram a necessidade, com seu desdobramento do desejo de posse. Em resposta, o

consumidor, baseado em complexo sistema interno de preferência *vis-à-vis* as ofertas disponibilizadas no mercado, tomará a sua decisão concreta sobre a compra.

Trazendo essa ideia para o campo da vida universitária, os estudantes de graduação, e particularmente, os alunos de engenharia de produção da Universidade Federal Fluminense, *campus* Niterói, vivem uma experiência de escolha com componentes, até certo ponto, similares aos que foram anteriormente expostos. Trata-se da elaboração do seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), cuja decisão, conquanto seja pensada desde o início do ciclo profissional, é efetivamente tomada no início do nono período do curso, envolvendo a escolha de um tema e um orientador. Marcilio (2018) afirma que este é um momento de grande tensão ao longo do curso de Engenharia de Produção da UFF, sendo, inclusive, motivo de adoecimento por estresse entre os estudantes. O nível do estresse é proporcional à importância atribuída ao TCC, que para Coutinho *et al.* (2018) se configura como um componente essencial da formação acadêmica, indispensável, na visão de Malmann *et al.* (2016), para a consolidação do conhecimento tecnológico e científico do estudante.

Acresce a isso o fato de que a tomada de decisão aqui referida ocorre em um momento crítico da transição entre a vida acadêmica e a vida profissional do estudante. Ramos (2016) relata que a decisão do tema do TCC envolve reflexão e planejamento continuados, e não uma mera pesquisa realizada em poucas semanas. Em se tratando de um curso com amplo espectro de aplicações como é a engenharia de produção, tal escolha significa ponderar e avaliar preferências que incluem inúmeros fatores, tais como as disciplinas cursadas, os professores que construíram as melhores relações ensino-aprendizagem, os desafios concretos vividos na experiência cotidiana do seu estágio, supervisionado ou não, a perspectiva empoderadora do tema, no sentido de ser “quente” para o mercado e, por fim, a regulação institucional do processo de escolha, que delimita o número de orientandos por professor e dá outras providências no sentido da permissibilidade do tema.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo é investigar a percepção dos estudantes sobre o processo de escolha e a tomada de decisão a respeito do tema do TCC no curso de Engenharia de Produção da UFF, expondo e analisando variáveis e critérios determinantes a partir do instrumental teórico fornecido pela teoria do comportamento do consumidor, respeitadas as limitações da aproximação entre o mundo da academia e o mundo das empresas, conforme alerta de Santos (2018).

## **2 | O COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR E O ESTUDANTE COMO “CONSUMIDOR” ACADÊMICO**

No mundo das empresas, torna-se cada vez mais relevante o acompanhamento cuidadoso e profundo sobre quem são seus clientes, a fim de detectar oportunidades e ameaças para seus negócios, podendo isso se constituir na diferença entre sobreviver

ou desaparecer do mercado. Nessa dinâmica, se as empresas estudam e elaboram suas estratégias a partir de seus interesses de aumento dos lucros, o consumidor, por sua vez, também responde com estratégias e táticas que, mesmo implícitas, são capazes de orientá-los em tomadas de decisão que irão promover a sua satisfação ou não (OLIVEIRA, 2016).

Para Solomon (2011), comportamento do consumidor diz respeito aos processos envolvidos quando indivíduos ou grupos selecionam, compram, usam ou descartam produtos, serviços, ideias ou experiências para satisfazer necessidades e desejos. Karsaklian (2004), chamando a atenção para a natureza singular do evento, observa que o consumidor reage automaticamente ao contexto através de seus sentidos únicos, uma vez que é dotado de personalidade e cada um identifica e compreende o mundo de uma maneira distinta.

Para Lowe e Alpert (2015), não somente a dimensão racional mas também a dimensão afetiva está envolvida na avaliação feita pelos consumidores para determinar a intenção de compra. Os autores afirmam, ainda, que a percepção de utilidade possui, muitas vezes, um peso maior na decisão final de adquirir um produto. Mamum *et al.* (2014) corroboram essa visão, acrescentando que, nos tempos presentes, o consumidor realiza análises cada vez mais críticas e sofisticadas sobre benefícios e alternativas envolvidos na sua tomada de decisão.

Uma teoria sobre o processo de decisão de compra aceita em uma ampla comunidade de pesquisadores separa em cinco distintos momentos as etapas de compra de um consumidor: reconhecimento do problema, busca de informações, avaliação de alternativas, decisão de compra e comportamento pós-compra, conforme apresentado na Figura 2 (KOTLER, KELLER, 2006; SOLOMON, 2011; BOONE, KURTZ, 2009; SHETH, MITTAL, NEWMAN, 2001).

<b>Etapa 1:</b>	<b>Etapa 2:</b>	<b>Etapa 3:</b>	<b>Etapa 4:</b>	<b>Etapa 5:</b>
Reconhecimento do problema	Busca por informações	Avaliação das alternativas	Decisão de compra	Comportamento pós-compra

Figura 2 - Modelo das cinco etapas do processo de decisão de compra

Fonte: Baseado em Kotler e Keller (2006)

A primeira fase, chamada de “reconhecimento do problema”, é a que desperta o processo de decisão. Nas palavras de Kotler e Keller (2006), o “processo de compra começa quando o comprador reconhece um problema ou uma necessidade”. Já nesse momento, segundo os autores, a necessidade pode ser provocada por estímulos internos ou externos. Ela é traduzida por Boone e Kurtz (2009) como a percepção pelo consumidor de uma diferença relevante entre a situação existente e a desejada.

Após o reconhecimento do problema, inicia-se a segunda fase, quando o

consumidor busca informações externas e internas para solucionar a sua demanda. Na economia de mercado, em geral, a “busca significa a constatação de que a necessidade percebida pode ser atendida pela compra e consumo de um produto” (SCHIFFMAN; KANUK, 2009, p. 383).

Na terceira etapa, já com as informações necessárias disponibilizadas, o consumidor compara as possíveis alternativas para solucionar o seu problema. Kotler e Armstrong (2003) indicam que o modo como os consumidores avaliam as alternativas de compra depende de suas características pessoais e da situação de compra. Assim, os critérios para julgamento das alternativas dependem diretamente dos fatores influenciadores de cada consumidor.

A quarta etapa representa, enfim, a decisão da compra, na qual uma ou mais alternativas são escolhidas em detrimento das demais. Sheth, Mittal e Newman (2001) dividem essa fase em três partes: identificação da escolha (conclusão das alternativas), intenção de compra (verificação se o orçamento ou os parâmetros continuam atrativos) e implementação da compra (como e quando pagar). Por último, na quinta etapa o consumidor confirma se a experiência da compra atendeu ou superou suas expectativas gerando a satisfação ou insatisfação (SILVA *et al.*, 2013).

Na percepção de Levrini e Maciel (2016), nem todo consumidor passa, necessariamente, pelas cinco etapas descritas, visto que o processo de decisão de compra é bastante dinâmico e variável. Nesse sentido, surgem diferentes critérios que geram tipos distintos de tomada de decisão que, na visão de Churchill Jr. e Peter (2005), podem ser estruturados em três principais, como mostra a figura que segue:

Tipo de decisão	Envolvimento do consumidor	Características do conjunto considerado	Fontes de informações consultadas	Tempo investido
<b>Rotineira</b>	Baixo	Poucas opções de marcas, vendedores e características de produtos avaliados	Internas	Menor possível
<b>Limitada</b>	Moderado	Várias marcas, vendedores e características de produtos avaliados	Internas e algumas externas	Pouco
<b>Extensiva</b>	Alto	Muitas marcas, vendedores e características de produtos avaliados	Algumas internas e muitas externas	Muito

Figura 4 - Tipos de decisão e suas características

Fonte: Baseado em Churchill Jr. e Peter (2005)

Essa classificação deixa claro que o tipo de decisão está diretamente relacionado ao envolvimento do consumidor com a compra, sendo Rotineira quando o produto

em questão é simples e necessário no dia a dia, com poucas alternativas e baixa importância em relação a decisão, fazendo com que o consumidor invista pouco tempo e esforço. Já na tomada de decisão Limitada, o consumidor começa a se preocupar com alternativas e análise das características do produto para decidir, ainda sem investir muito tempo e esforço. Por fim, a decisão Extensiva se dá quando o produto em questão é complexo, caro ou de suma importância/valor, requerendo uma análise profunda e demorada das alternativas e informações relativas ao bem.

Quando o “produto” em questão é a escolha de um tema para o TCC, há que se fazer algumas aproximações. Em primeiro lugar, quem oferta esse produto? Qual o repertório de alternativas disponível? Pode-se pensar em produtos de prateleira ou a natureza do produto é de tal forma dinâmica que se torna impensável essa categoria de produto? O estudante é um “comprador” do tema ou ele se enquadra melhor como um “produtor”?

Moretto (2016) lembra que produzir um TCC mobiliza a utilização de práticas de linguagem que os estudantes, em geral, não dominam, ainda que possuam amplo domínio de conteúdo na área em que pretendem desenvolver o seu TCC. Isso significa, muitas vezes, que elementos importantes para uma possível avaliação dos “produtos” ofertados podem não estar disponíveis.

A esse propósito, Ramos (2016) alerta que o TCC é uma ferramenta para produção de conhecimento baseado em experiências empíricas que deve relacionar teoria e prática, consolidando, em certa medida, aspectos afetivo-emocional, habilidades, atitudes e contato com a diversidade cultural. O autor considera, ainda, que o TCC se constitui em um momento particularmente denso em que é privilegiada a formação acadêmica, reflete o desempenho qualitativo do aluno e oportuniza o planejamento de um projeto próprio, articulando teoria e prática. Trata-se, portanto, de um momento singular na vida prospectiva do estudante, ainda que nem todos possam vislumbrar sua experiência como tal.

Por fim, Betim (2012) enxerga o TCC como a culminância de todo um processo de experiências e conhecimento apreendido durante a longa jornada de formação, ao longo da qual, muitas vezes, ocorreram significativas inovações de processos e/ou de produtos. Na mesma perspectiva, Hruschka, Kovalski e Silva (2005) enfatizam que a escolha do tema é um ponto de inflexão entre a trajetória acadêmica seguida até o presente e a demanda, grávida de futuro, posta pela sociedade como um todo, fazendo convergir, na prática, os processos de ensino, pesquisa e extensão universitárias. Amaral *et al.* (2004), acrescenta que, apesar de tantos fatores de ordem estratégica e subjetiva, os requisitos práticos para um bom tema precisam levar em consideração a viabilidade do estudo, a aderência com os trabalhos de pesquisa do orientador, as atividades de estágio do aluno, o adequado alinhamento entre teoria e prática e as regras institucionais e linguísticas de elaboração do trabalho.

### 3 | METODOLOGIA

A estratégia de pesquisa utilizada foi o estudo de caso, e teve como unidade de análise o curso de engenharia de produção da Universidade Federal Fluminense, *campus* Niterói. Adaptou-se, para investigar o processo de decisão do estudante acerca do seu tema de TCC, teorias de comportamento do consumidor oriundas do campo de pesquisa de *marketing*.

A coleta de dados foi feita em junho de 2018, por meio de um *survey* elaborado na ferramenta online *Typeform*, construído de forma a abranger perguntas necessárias para realizar um paralelo do caso em questão com o modelo do tipo de decisão de Churchill Jr. e Peter (2005) e o modelo das cinco etapas de Kotler e Keller (2006).

O foco da pesquisa se concentrou sobre os alunos cursando as disciplinas PF I (41 estudantes) e PF II (29 estudantes), totalizando 70 graduandos que já iniciaram os seus respectivos TCCs e estão, em sua maioria, engajados em atividades de estágio, alguns dos quais já contratados ou com forte expectativa de sê-lo. O *survey* foi divulgado através de grupos de alunos pertencentes a esse universo, nas redes sociais *Whatsapp* e *Facebook*, obtendo uma amostra com 52 respostas (74% do universo disponível), sendo 30 de graduandos em PF I e 22 em PF II.

A análise dos dados foi dividida em duas grandes frentes: em primeiro lugar, buscou-se classificar o tipo de decisão em Rotineira, Moderada ou Extensiva, de acordo com o modelo de Churchill Jr. e Peter (2005). Em um segundo momento, buscou-se entender o comportamento e os pontos críticos à luz de cada uma das cinco etapas do modelo de Kotler e Keller (2006). Foram utilizados os recursos de estatística de planilhas eletrônicas em MS Excel.

### 4 | O CASO DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NA UFF-NITERÓI

No curso de Engenharia de Produção da UFF-Niterói, os estudantes do nono período se inscrevem na disciplina PF I para dar início à elaboração do seu TCC, que se encerra no semestre seguinte, quando estão inscritos em PF II. A disciplina tem a função de fornecer o arcabouço geral da dinâmica de elaboração, desde os fundamentos da metodologia de pesquisa científica e tecnológica até os condicionantes da escolha do orientador, o acompanhamento do processo de elaboração e a logística da defesa final.

Na caracterização da importância da escolha do tema para a formação, do tempo investido e da dificuldade atrelada a essa tomada de decisão, a distribuição de respostas dos alunos pode ser observada na Figura 6.

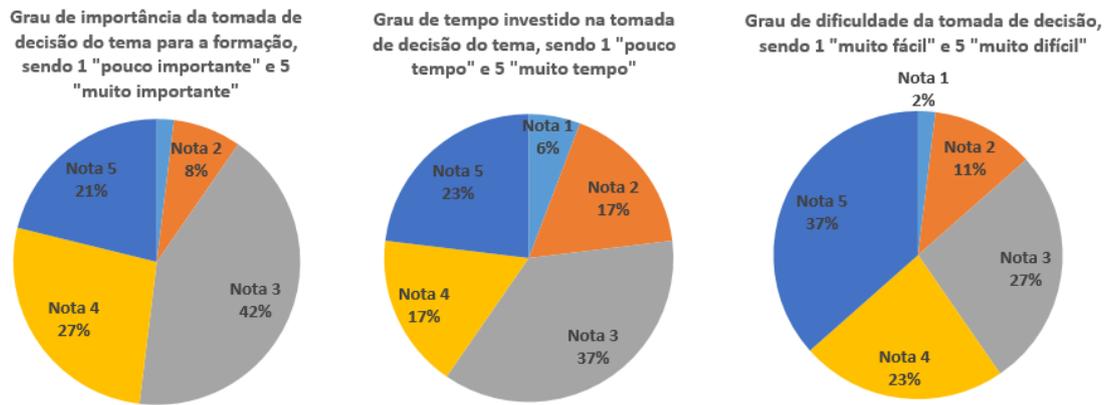


Figura 6 – Distribuição de notas quanto ao tipo de decisão

Os resultados obtidos nessa etapa revelam que a indecisão ou incerteza sobre essa tomada de decisão, refletidas na escolha da “nota 3”, é significativa, variando de 27%, quando o tema é o grau de dificuldade até 42%, quando se trata da percepção da importância da escolha para a formação do graduando. Em contrapartida, no que diz respeito a convicções em relação aos tópicos, aqui representado pela “nota 5”, há uma variação que vai de 21%, quando se trata da importância da tomada de decisão para a formação do estudante, até 37% que reconhecem com concordância máxima a dificuldade que se tem para tomar essa decisão.

Nessa perspectiva, o tipo de decisão relacionada à escolha do tema não se enquadra inteiramente em uma única classificação, visto que apresenta características de uma decisão Extensiva, na medida em que a maioria dos alunos a enxerga como difícil e de alto envolvimento. Já com relação à importância para a formação e o tempo investido na decisão, parece que estamos frente a uma decisão Limitada. Podemos dizer que, neste quesito, encontramos hegemonicamente características de tipo Extensiva e Limitada, corroborando a visão de Ramos (2016), ao afirmar que envolve muita reflexão, planejamento e amadurecimento.

Tratando do Modelo das Cinco Etapas, a “Identificação da necessidade de compra” ocorre fundamentalmente no nono período para 48%, deixando entrever que a rotina e as demandas do curso não favorecem o planejamento antecipado, agravando, em grande medida, o estresse enunciado por Marcilio (2018). No entanto, é notável a existência de 8% dos estudantes que vislumbram seu envolvimento com a tarefa desde períodos bem anteriores à sua real efetivação.

Na etapa de “Busca por informações”, a distribuição de respostas pode ser observada na Figura 7.

1	Temas de preferência devido a afinidade/facilidade/gosto	41 / 79%
2	Opiniões/Áreas do professor	15 / 29%
3	Other	10 / 19%
4	Opiniões de quem já passou ou está passando por essa experiência	7 / 13%
5	Temas “em alta” ou “bem vistos” no mercado	7 / 13%
6	Opiniões de familiares ou outros amigos	2 / 4%

Figura 7 – Distribuição de notas relativas à busca por informações

Aqui, há um claro alinhamento com o que o modelo denomina de “buscas internas”, elegendo como fator predominante temas afinados com sua aptidão ou afinidade. A formação dessas aptidões e afinidades merece um estudo à parte, trazendo ecos do conjunto da sua vida universitária mas também, seguramente, fazendo vir à tona elementos de natureza cultural, construídos e solidificados desde a sua opção pela carreira, antes de ingressar na universidade. Um destaque também para as opiniões ou áreas de especialidade de professores, os quais, muitas vezes, são escolhidos antes mesmo da definição do tema. Na categoria “Outros” foi bastante citado problemas reais vividos e valorizados no cotidiano do estágio.

As etapas 3 e 4 do Modelo - “Avaliação das alternativas” e “Decisão de compra” - foram avaliadas em conjunto, por meio de uma pergunta sobre critérios utilizados para a tomada de decisão e outra sobre as principais dificuldades envolvidas. As respostas obtidas estão nas Figuras 8 e 9.

1	Afinidade com o assunto/matéria	35 / 67%
2	Área de estágio	28 / 54%
3	Compatibilidade com área do orientador	13 / 25%
4	Área que pretendo trabalhar quando me formar	10 / 19%
5	Other	4 / 8%
6	Falta de opção	3 / 6%
7	Facilidade para achar literatura	2 / 4%

Figura 8 – Distribuição de notas relativas aos critérios para tomada de decisão do tema

A respeito dos critérios para decisão do tema, bem como ao elencar possíveis alternativas de tema, a busca interna relativa a afinidade com o assunto é a mais importante para os alunos, sendo citada por quase 70% da amostra. A representatividade da área em que o aluno estagia também foi muito alta, sendo citada em mais da metade das respostas, o que confirma a preocupação do graduando em solidificar a

conexão entre teoria e prática. Mais uma vez aqui, evidencia-se o peso do orientador na tomada de decisão, já que um em cada quatro estudantes entende que esse é um fator importante para definir o tema.

No que diz respeito às dificuldades envolvidas, destaca-se, conforme mostrado na Figura 9, a conciliação de tempo entre estágio e faculdade, uma vez que durante os dois últimos períodos o envolvimento e a cobrança em relação ao estágio aumentam, fazendo com que o tempo hábil para dedicar-se ao TCC se torne escasso. Outro destaque deve-se ao fato de que os estudantes entendem que elencar possíveis temas é mais difícil do que, propriamente, decidir entre as alternativas elencadas. Ainda, encontrar professor orientador disponível e qualificado para o tema em questão é uma tarefa complexa para 25% da amostra.

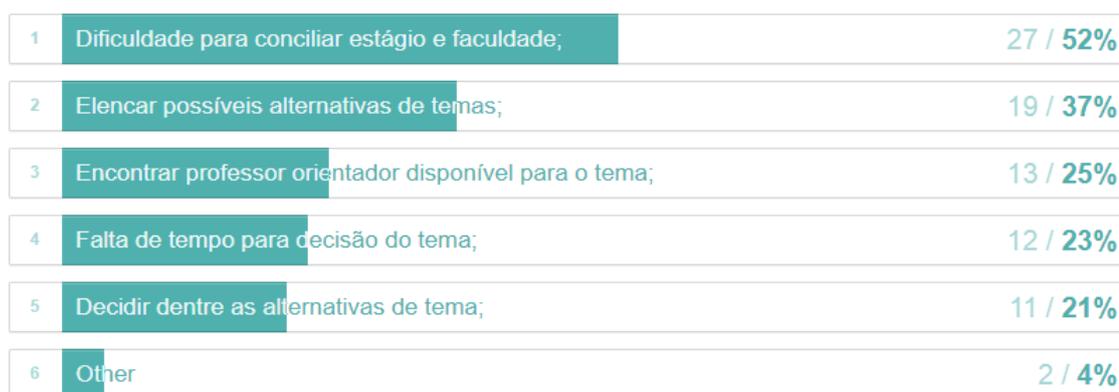


Figura 9 – Distribuição de notas relativas às dificuldades envolvidas na tomada de decisão

Por fim, quanto à última etapa - Comportamento pós-compra - o estudante, em geral, revelou satisfação com o processo, com 79% deles atribuindo notas 4 ou 5 para esse quesito. É digno de nota, no entanto, que apenas 46% não cogitou em mudar o tema, enquanto 35% efetivamente mudou o tema central após escolhido. Esse comportamento revela significativa instabilidade dos graduandos em relação à escolha do tema, sinalizando assim a complexidade e o envolvimento emocional do aluno.

## 5 | CONCLUSÃO

Como era esperado, o processo de escolha do tema do TCC no curso de Engenharia de Produção da UFF-Niterói se revelou complexo e delicado, exigindo razoável dose de amadurecimento do estudante. A incerteza e a perplexidade, vividas em um momento de mudança de *habitat* – do mundo acadêmico para o mundo do trabalho - foram marcas presentes durante todo o processo, confirmando estudos anteriores acerca do estresse vivido nessa experiência acadêmica.

A adaptação e uso dos *insights* oriundos da teoria de escolha do consumidor

mostrou-se uma abordagem oportuna, ainda que tomando-se as devidas precauções quanto às comparações entre a esfera pública em que se insere a universidade e a esfera privada do mundo capitalista. O Modelo das Cinco Etapas revelou uma dinâmica de contradição entre a relevância do “produto” TCC e o momento tardio em que a escolha é efetivamente realizada, com reflexos sobre estresse do estudante.

Finalmente, apesar da representatividade da amostra para o estudo de caso realizado e em função do caráter indutivo desse tipo de pesquisa, faz-se necessário outros estudos de caso, em outros cursos e/ou turmas antes de se poder extrair afirmações mais úteis e relevantes acerca da ousada e polêmica natureza de “consumidor” do estudante em face do TCC. Após isso, estudos de maior amplitude, através de *surveys* ampliadas, que envolvam grupos maiores, podem ser relevantes em uma perspectiva dedutiva, para a comprovação e aperfeiçoamento dos achados indutivos aqui observados.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, D. C.; SANTOS, F. C. A.; MUSETTI, M. A.; CAZARINI, E. W.; COLETTA, T. G. Orientações para realização do trabalho de conclusão de curso e estágio supervisionado na engenharia de produção da EESC-USP. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 32., 2004, Brasília. **Anais...** Brasília: UnB/ABENGE, 2004.
- ARMSTRONG, G. **Princípios de marketing**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.
- BETIM, M. T. **Avaliação de mecanismos de transferência de tecnologia no processo de recrutamento e seleção de pessoas**. 2012. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.
- BOONE, L. E.; KURTZ, D. L. **Marketing contemporâneo**. 12. ed. Rio de Janeiro: Cengage Learning, 2009.
- CHURCHILL JR., G. A.; PETER, J. P. **Marketing**: criando valor para os clientes. São Paulo: Saraiva, 2005.
- COUTINHO, I. V.; ANDRADE, E. P.; ROCHA M. M.; LEMKE J.; VASCONCELLOS V. P. Alinhamento epistemológico entre a matriz curricular, os trabalhos de conclusão de curso e os artigos do ENEGEP: o caso do curso de Engenharia de Produção da UFF-Niterói-RJ. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 38., 2018, Maceió.
- HRUSCHKA, J.; KOVALESKI, J. L.; SILVA, S. A. O. Transferência de tecnologia: trabalhos de diplomação como mecanismo de interação universidade-empresa. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 25., 2005, Porto Alegre.
- KARSAKLIAN, E. **Comportamento do consumidor**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de marketing**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
- LEVRINI G. R. D.; MACIEL G. Fatores de influência no processo de compra de serviço de turismo por idosos. **Marketing & Tourism Review** - Núcleo de Estudos e Estratégias em Comunicação Integrada de Marketing e Turismo, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais – Brasil, v. 1, n. 1, 2016.

- LOWE, B.; ALPERT, F. Forecasting consumer perception of innovativeness. **Technovation**, 45-46, 1-14, 2015.
- MALLMANN, M. A. Panorama dos Trabalhos de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção da Universidade de Santa Cruz do Sul. In: XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36. João Pessoa-PB. Anais... Rio de Janeiro: ABEPRO, 2016.
- MARCILIO L. R. P. **Sofrimento psíquico e atividade discente: o caso dos alunos do Curso de Engenharia de Produção da UFF em Niterói.** 2018. Projeto Final de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018.
- MIRANDA, C. M. C.; ARRUDA, D. M. A evolução do pensamento de marketing: uma análise do corpo doutrinário acumulado no século XX. **RIMAR – Revista Interdisciplinar de Marketing**, v. 3, n. 1, p. 40-57, jan./jun. 2004.
- MORETTO, M. O trabalho de conclusão de curso na universidade: uma sugestão didática a partir da análise de textos concretos de referência. **Revista Intercâmbio**, v. 33, p. 73-90, 2016.
- OLIVEIRA, F. G. B. Comportamento do consumidor: os fatores de influência. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 1, v. 9, p. 613-630, out./nov. 2016.
- RAMOS, W. **A relação entre estágio curricular supervisionado obrigatório e trabalho de conclusão de curso no contexto da transferência de tecnologia nos cursos de engenharia: um estudo na UTFPR - Câmpus Ponta Grossa.** 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016.
- SANTOS, B. S. Assédio neoliberal às universidades. In :Conferência Regional de Educação Superior da América Latina e o Caribe. 2018, Argentina. Palestra. **IHU Online**, jun. 2018. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/78-noticias/579979-boaventura-de-sousa-santos-destrincha-o-assedio-neoliberal-as-universidades>. Acesso em: 05 jun. 2018.
- SCHIFFMAN, L. G.; KANUK, L. L. **Comportamento do consumidor.** 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- SHETH, J. N.; MITTAL, B.; NEWMAN, B. I. **Comportamento do cliente: indo além do comportamento do consumidor.** São Paulo: Atlas, 2001.
- SILVA, K. L.; PRADO, R. A.; SILVA, M. A.; SILVA, J. G. Processo de compra: um estudo sobre o comportamento do consumidor virtual. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33., 2013, Salvador.
- SOLOMON, Michael. R. **O comportamento do consumidor: comprando, possuindo e sendo.** 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

## ENSINO 3.0: A FORMAÇÃO ACADÊMICA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO PAUTADA NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS

**Éder Wilian de Macedo Siqueira**

Univesidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Campina Grande - PB

**RESUMO:** Sendo o Engenheiro de Produção o regente dos processos de transformação, é importante que ele possua uma formação acadêmica que o capacite a reconhecer problemas e a solucioná-los, utilizando uma ampla base científica, computacional e gerencial. Neste sentido, é mister que o projeto pedagógico dos cursos de Engenharia de Produção tenha como princípio norteador, durante sua construção, a seguinte indagação: quais conteúdos são essenciais para promover nos estudantes a capacidade de mobilizar conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para que possam solucionar os problemas e desenvolver as atividades inerentes às diversas áreas de atuação da profissão? Frente a esta problemática, este artigo tem como objetivo trazer uma discussão sobre o paradigma emergente da formação acadêmica do século XXI (o ensino 3.0), de que modo este novo modelo educacional afeta a concepção do projeto político pedagógico dos cursos de Engenharia de Produção e como ele pode contribuir para a formação de Engenheiros de Produção aptos a atenderem às exigências e demandas atuais da sociedade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação em Engenharia de Produção; paradigma emergente do ensino; formação acadêmica; desenvolvimento de competências; ensino 3.0.

**ABSTRACT:** As the Production Engineer is the manager of the transformation processes, it is important that he has an academic background that enables him to recognize problems and solve them, using a broad scientific, computational and managerial basis. In this sense, it is necessary that the pedagogical project of the Production Engineering courses have as guiding principle, during its construction, the following question: what contents are essential to promote in students the capacity to mobilize knowledge, skills, attitudes and values so that they can solve the problems and develop the activities inherent to the different areas of activity of the profession? In view of this problem, this article aims to bring a discussion about the emerging paradigm of academic formation of the 21st century (teaching 3.0), in what way this new educational model affects the conception of the pedagogical political project of the Production Engineering and as it can contribute to the formation of Production Engineers able to meet the demands and demands of society.

**KEYWORDS:** Education in Production Engineering; emerging paradigm of teaching; academic training; skills development; teaching

## 1 | INTRODUÇÃO

A história revela que a escola de Mieza foi um sucesso extraordinário. Nesta escola, os estudantes eram preparados para resolver problemas complexos e inesperados, devendo ser capazes de improvisar, de tomar decisões difíceis, de reconhecer aspectos em comum entre problemas diferentes, de investigar os fatos para comprovar ou refutar suas hipóteses e de trabalharem cooperativamente.

Seu programa acadêmico objetivava proporcionar uma profunda imersão no campo de especialização escolhido pelo aluno e, ao mesmo tempo, uma visão geral de outras áreas, de forma que os estudantes pudessem lidar, de maneira integrada, com problemas diferentes e complexos. Ademais, para garantir que os estudantes não tivessem apenas uma visão focada nos conceitos teóricos, eles eram constantemente levados a campo para verificar de que modo podiam aplicar, na prática, o que aprendiam na teoria, bem como o contato frequente com professores visitantes garantia-lhes uma visão ampla do mundo.

Com o advento da era digital, assim como se teve no parnasianismo uma busca pelos valores estéticos e pelo culto à forma da Antiguidade Clássica, no âmbito da Literatura, atualmente, no âmbito do ensino, vivencia-se, novamente, uma transmutação de época. Nos primórdios da Revolução Industrial, como o surgimento da racionalização e do pensamento cartesiano e, pouco depois, sobre a égide dos princípios tayloristas e do ensino positivista de Augusto Comte, a educação foi moldada para suprir as necessidades de profissionais técnicos e especializados que tinha como objetivo o treinamento, a padronização, a transmissão e a memorização de conteúdos. Logo, a maioria das propostas curriculares era composta de conteúdos fragmentados, compartimentalizados e desconexos entre si.

Já na sociedade pós-industrial, colaborativa, do capitalismo cognitivo que vivemos – marcada pelo surgimento do computador, da *Internet* e das novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) – há um movimento de resgate da noção de ensino-aprendizagem outrora largamente utilizada na Antiguidade, postulando que as pessoas pensem, que desenvolvam a habilidade de buscar a essência, de separar o que é importante e útil daquilo que é descartável e irrelevante.

Este movimento capitaneado pela democratização e globalização da tecnologia, da *Internet*, da banda larga, das mídias digitais e das redes sociais, de acordo com Fava (2014), vem para romper com a cultura de ensino tradicional e conceber um ensino voltado para a construção de projetos acadêmicos dinâmicos, que enfatizam o desenvolvimento de competências, de habilidades, de atitudes, de valores e de conhecimento aplicados à realidade profissional que o egresso possivelmente irá enfrentar quando estiver atuando no mercado de trabalho.

A fim de que o egresso possa atingir tais expectativas, é mister que o projeto pedagógico dos cursos de Engenharia de Produção tenha como princípio norteador, durante sua construção, a seguinte indagação: quais conteúdos são essenciais para promover nos estudantes a capacidade de mobilizar conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para que possam solucionar os problemas e desenvolver as atividades inerentes às diversas áreas de atuação da profissão?

Frente a esta problemática, este artigo tem como objetivo trazer uma discussão sobre o paradigma emergente da formação acadêmica do século XXI (o ensino 3.0), de que modo este novo modelo educacional afeta a concepção do projeto político pedagógico dos cursos de Engenharia de Produção e como ele pode contribuir para a formação de Engenheiros de Produção aptos a atenderem às exigências e demandas atuais da sociedade. A relevância deste artigo se dá no âmbito da promoção do debate sobre questões contemporâneas da educação superior em engenharia. Dessa forma, espera-se que ele possa contribuir para o enriquecimento da literatura atual sobre esta temática.

## 2 | O ENSINO BASEADO NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS

Com o crescente uso do termo competência no campo da gestão organizacional, várias conotações para o seu significado começaram a surgir. Contudo, conforme sugere Carbone *et al.* (2014), verifica-se que estes sentidos variados praticamente se alinham em duas correntes de pensamento distintas: a corrente norte-americana, que entende a competência com um estoque de qualificações (conhecimento, habilidades e atitudes) que credencia a pessoa a exercer determinado trabalho; e a corrente francesa, que entende a competência como um conjunto de realizações da pessoa em determinado contexto.

Partindo para uma visão mais integradora da concepção do que seja competência, Carbone *et al.* (2014, p. 43) entendem a competência como “o desempenho expresso pela pessoa em um dado contexto, em termos de comportamento e realizações decorrentes da mobilização e aplicação de conhecimentos, habilidades e atitudes no trabalho”. Em outras palavras, na opinião destes autores, a competência é a manifestação do uso sinérgico das dimensões da competência (conhecimentos, habilidades e atitudes) por meio do desempenho das pessoas em atingir resultados que agreguem valor econômico e valor social, frente às situações profissionais com as quais se deparam. A Figura 1, a seguir, ilustra tal pensamento.

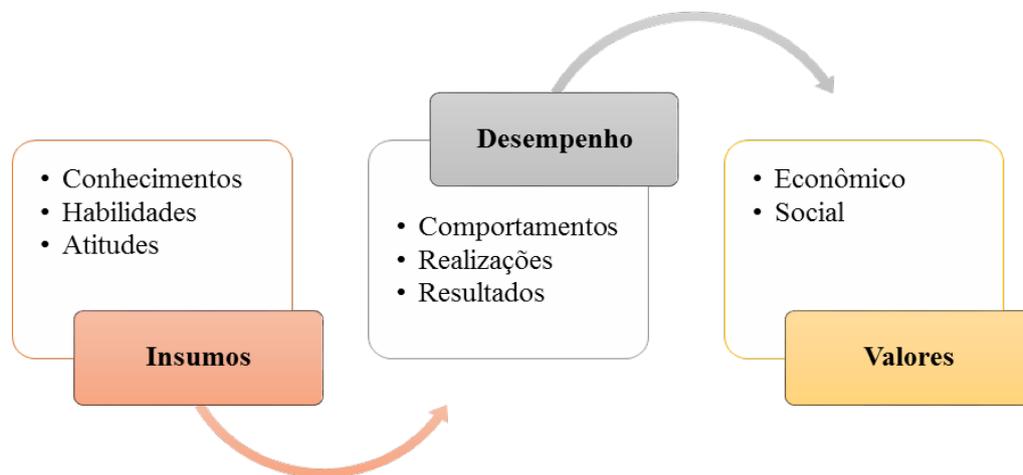


Figura 1 – Competências como fonte de valor social e econômico

Fonte: Carbone et al. (2014), com adaptações

Fava (2014, p. 114), por sua vez, define a competência como sendo “o resultado da junção potencializadora dos diferentes aspectos do conhecimento, ou seja, a união do saber, do fazer, do ser e do conviver, aplicados ao contexto de realização”. O conceito de competência deste autor tem como referência os quatro pilares da educação: saber – *episteme*, fazer – *techné*, ser – *noesis*, e conviver – *convivere*.

Assim, para garantir a empregabilidade dos seus egressos, os cursos universitários devem fortalecer não só os pilares do ensino da *episteme* e da *techné*, mas também os pilares ligados às habilidades interpessoais (*noesis*) relevantes para a vida em sociedade (*convivere*). Por conseguinte, um currículo acadêmico que se organize entorno destes pilares promoverá em seus graduandos, e ao longo de toda sua vida, a construção dos pilares do conhecimento.

Nesse sentido, para que a competência se manifeste no ambiente de trabalho, entregando valor para a organização e concomitantemente para o indivíduo e a sociedade, o profissional do século XXI deve ser capaz de conjugar os conteúdos conceituais (conhecimentos técnicos e objetivos sobre sua função) com os procedimentais (técnicas e ferramentas utilizadas no exercício de sua função) para produzir o *saber fazer*; deve ser capaz de unir os conteúdos procedimentais com os atitudinais (formas, maneiras de se comportar profissionalmente e socialmente), resultando no *saber agir*; e deve ser capaz de realizar a junção dos conteúdos atitudinais com os conceituais para gerar o *saber ser* e o *saber conviver/viver junto*. A Figura 2, na próxima página, exemplifica este pensamento.

Em face das transformações do mundo contemporâneo, o ensino baseado no desenvolvimento por competências – denominado por muitos autores e estudiosos no campo do ensino-aprendizagem como Ensino 3.0 – tem como finalidade estimular o pensamento criativo de seus alunos, de fazer-lhes compreender melhor como as pessoas tomam decisões e se comportam em determinadas circunstâncias e instigá-los a serem proativos, responsáveis, dinâmicos, empreendedores e éticos para consigo

mesmos e com a sociedade.

Dentro deste contexto, um ensino acadêmico que propicie a fusão entre os pilares do ensino e do conhecimento com as três dimensões da competência levará ao desenvolvimento do fator-chave para a garantia e manutenção da empregabilidade tão almejada pelos egressos: a acuidade mental.

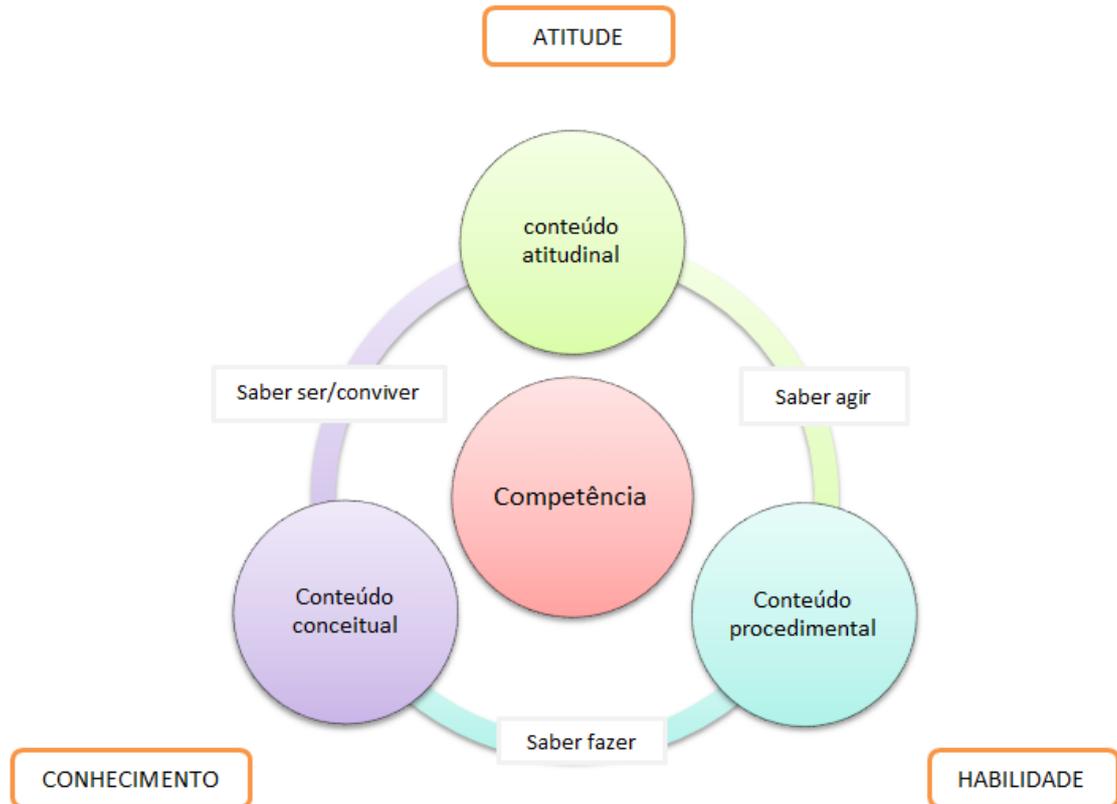


Figura 2 – Conceito de competência do paradigma emergente da formação acadêmica do século XXI

Fonte: adaptado de Fava (2014)

### 3 | METODOLOGIA

Segundo Fonseca e Miyake (2006, p. 3), “a metodologia trata do estudo dos métodos e do processo gerador dos métodos. Também é possível dizer que o método é a estratégia da ação e a técnica é a tática da ação”. Nesta linha de raciocínio, Campos (1992, p. 209) corrobora com a ideia destes autores quando afirma que “o método é a sequência lógica para se atingir a meta desejada”.

Desta forma, o método de pesquisa utilizado neste artigo foi o teórico/conceitual, já que este permite que se traga discussões conceituais a partir da literatura, de revisões bibliográficas e de modelagens conceituais. Foram utilizadas referências bibliográficas com conteúdos que tratavam sobre o ensino na área de engenharia e sobre o desenvolvimento das competências por parte dos egressos dos cursos de engenharia durante o período de graduação.

## 4 | COMPETÊNCIAS ESSENCIAIS NA FORMAÇÃO DE UM(A) ENGENHEIRO(A)

No contexto tecnológico da era digital atual, com a enxurrada de informação com a qual somos constantemente bombardeados, o engenheiro do século XXI deve ser capaz de encontrar e usar a informação em vez de apenas ser capaz de lembra-la e repeti-la. Neste cenário, não basta mais para o engenheiro sua formação básica e seu pensamento analítico, é preciso que ele desperte em si um senso crítico aguçado assim como novas competências, tanto no campo individual quanto no campo institucional e coletivo. Portanto, conforme afirma Fava (2014), além de uma boa bagagem de conhecimentos específicos, várias qualidades (habilidades e atitudes) devem compor a ação de um engenheiro para que ele possa:

- Tomar decisões;
- Ter flexibilidade para trabalhar em qualquer lugar;
- Ter aptidão para decodificar as linguagens das TIC;
- Ser eficaz na comunicação de ideias.

Para Bazzo e Pereira (2006), as habilidades e atitudes essenciais para um engenheiro obter bons resultados em qualquer ambiente de trabalho permeiam os seguintes campos: conhecimentos objetivos, relações interpessoais, experimentação, comunicação, trabalho em equipe, aperfeiçoamento contínuo e ética profissional. Neste sentido, visando garantir a empregabilidade e promover a acuidade mental nos formandos em Engenharia, o Art. 4º da resolução CNE/CES 11/2002 (BRASIL, 2002) impõe que o projeto pedagógico dos cursos de Engenharia do país tenha como objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades:

- I. Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à Engenharia;
- II. Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- III. Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- IV. Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;
- V. Identificar, formular e resolver problemas de Engenharia;
- VI. Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- VII. Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- VIII. Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- IX. Comunicar-se efetivamente nas formas escrita, oral e gráfica;
- X. Atuar em equipes multidisciplinares;
- XI. Compreender e aplicar à ética e responsabilidade profissionais;

- XII. Avaliar o impacto das atividades da Engenharia no contexto social e ambiental;
- XIII. Avaliar a viabilidade econômica de projetos de Engenharia;
- XIV. Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Logo, é plausível afirmar que a essência da competência profissional do engenheiro não se encerra no campo técnico e teórico dos conhecimentos referentes às especificidades dos cursos de Engenharia e de suas atividades. Longe disso, ela se expande e abarca – com maior ou menor profundidade – outros saberes que estão relacionados a outros campos profissionais, como os da Economia, da Psicologia, do Direito, do Empreendedorismo, da Computação, da Biologia, entre outros.

Todavia, não só na Engenharia, mas também em qualquer área profissional, há uma busca constante por pessoas que possuam além de conhecimentos científicos, boas habilidades tecnológicas e em comunicação, todavia, estas não são facilmente encontradas. O mercado de trabalho hodierno demanda das universidades e, especificamente, dos cursos de Engenharia, profissionais com acuidade mental, que tenham senso prático, vontade e atitude para liderar e tomar decisões com responsabilidade e comportamento ético.

#### 4.1 Competências desejáveis em um(a) engenheiro(a) de produção

Segundo a *American Industrial Engineering Association*, a Engenharia de Produção é definida como sendo o ramo da Engenharia que:

Trata do projeto, aperfeiçoamento e implantação de sistemas integrados de pessoas, materiais, informações, equipamentos e energia, para a produção de bens e serviços, de maneira econômica, respeitando os preceitos éticos e culturais. Tem como base os conhecimentos específicos e as habilidades associadas às ciências físicas, matemáticas e sociais, assim como aos princípios e métodos de análise da Engenharia de projeto para especificar, prever e avaliar os resultados obtidos por tais sistemas (FLEURY, 2008, p. 1).

Tomando-se como premissa esta definição, espera-se que o(a) Engenheiro(a) de Produção possa desempenhar os seguintes papéis durante o exercício da sua função (FLEURY, 2008):

- a. Compreender a natureza e as características dos elementos constituintes da função produção (pessoas, matérias, informações, equipamentos e energia) para produzir bens e/ou serviços de forma ética e econômica, ou seja, com o mínimo refugo, o mínimo retrabalho, os menores impactos ambientais e sem que haja consequências e externalidades para a saúde dos trabalhadores e da população, respectivamente;
- b. Possuir competências tanto na área tecnológica quanto na área de gestão e administração para entender como estruturar um sistema de produção e analisar as relações e interdependências entre os elementos constituintes da função produção;

- c. Saber identificar quem são os agentes internos e externos que influenciam ou que podem vir a influenciar nos sistemas de produção a serem projetados, implantados e aperfeiçoados;
- d. Desenvolver modelos mentais que correlacionem as questões ligadas tanto aos processos produtivos quanto as variáveis ambientais que possam vir a interferir no desempenho dos mesmos;
- e. Saber se relacionar/trabalhar em equipes multidisciplinares que envolvem as pessoas das diversas funções existentes em uma empresa (*marketing*, finanças, pesquisa e desenvolvimento, entre outras), além de ser um agente promotor da motivação e integração dessas pessoas no clima e na cultura organizacional da empresa.
- f. Como um líder, saber entender, lidar e organizar as pessoas para que elas contribuam para atingir os objetivos econômicos da empresa e ao mesmo tempo se desenvolvam enquanto pessoas-cidadãos;
- g. Ser capaz de criar modelos formais – utilizando principalmente a matemática e a estatística para capturar as dimensões mais relevantes de um problema – que gerem insumos bem fundamentados para os processos de tomada de decisão sobre sistemas de produção.

Sendo assim, espera-se que o projeto pedagógico pautado no ensino por competências possibilite aos egressos dos cursos de Engenharia de Produção uma formação científica, tecnológica e profissional sólida, que os capacite a identificar, formular e solucionar problemas ligados às atividades de projeto, operação e gerenciamento do trabalho e de sistemas de produção de bens e/ou serviços. Nesses termos, em conformidade com as Diretrizes Curriculares promulgadas pela ABEPRO (2001, p. 3-4), o perfil de formação desse futuro profissional deve ser orientado para o desenvolvimento das competências apresentadas no Quadro 1.

Competências	
1.	Dimensionar e integrar recursos físicos, humanos e financeiros a fim de produzir, com eficiência e ao menor custo, considerando a possibilidade de melhorias contínuas;
2.	Utilizar ferramental matemático e estatístico para modelar sistemas de produção e auxiliar na tomada de decisões;
3.	Projetar, implementar e aperfeiçoar sistemas, produtos e processos, levando em consideração os limites e as características das comunidades envolvidas;
4.	Prever e analisar demandas, selecionar conhecimento científico e tecnológico, projetando produtos ou melhorando suas características e funcionalidades;
5.	Incorporar conceitos e técnicas da qualidade em todo o sistema produtivo, tanto nos seus aspectos tecnológicos quanto organizacionais, aprimorando produtos e processos, e produzindo normas e procedimentos de controle e auditoria;
6.	Prever a evolução dos cenários produtivos, percebendo a interação entre as organizações e os seus impactos sobre a competitividade;
7.	Acompanhar os avanços tecnológicos, organizando-os e colocando-os a serviço da demanda das empresas e da sociedade;

8.	Compreender a inter-relação dos sistemas de produção com o meio ambiente, tanto no que se refere à utilização de recursos escassos quanto à disposição final de resíduos e rejeitos, atentando para a exigência de sustentabilidade;
9.	Utilizar indicadores de desempenho, sistemas de custeio, bem como avaliar a viabilidade econômica e financeira de projetos;
10.	Gerenciar e otimizar o fluxo de informações nas empresas utilizando tecnologias adequadas.

Quadro 1 – Competências a serem desenvolvidas durante a graduação em Engenharia de Produção, segundo a ABEPRO

Fonte: ABEPRO (2001), com adaptações

Da mesma forma, em conformidade com as Diretrizes Curriculares promulgadas pela ABEPRO (2001, p. 4), o perfil de formação desse futuro profissional deve ser orientado para o desenvolvimento das dimensões da competência apresentadas no Quadro 2.

Dimensões da Competência	
<b>Conhecimento</b>	Domínio de técnicas computacionais;
	Conhecimento da legislação pertinente;
	Conhecimento, em nível técnico, de língua estrangeira;
	Compreensão dos problemas administrativos, socioeconômicos e do meio ambiente.
<b>Habilidade</b>	Comunicação oral;
	Comunicação escrita;
	Leitura, interpretação e expressão por meio de Gráficos;
	Capacidade de trabalhar em equipes multidisciplinares;
	Capacidade de identificar, modelar e resolver problemas;
<b>Atitude</b>	Iniciativa empreendedora;
	Compromisso com a ética;
	Visão crítica de ordens de grandeza;
	Pensar globalmente, agir localmente;
	Responsabilidade social e ambiental;
	Iniciativa para auto-aprendizado e educação continuada;

Quadro 2 – Dimensões da competência a serem desenvolvidas durante a graduação em Engenharia de Produção, segundo a ABEPRO

Fonte: ABEPRO (2001), com adaptações

Sendo a empregabilidade o principal objetivo dos estudantes de Engenharia de Produção no país, para que consigam reunir condições necessárias para ingressar, manter-se e ascender no mercado de trabalho – seja por meio do emprego, do empreendedorismo, da pesquisa ou de qualquer outra modalidade de ocupação – a organização e escolha dos conteúdos dos currículos acadêmicos deve ser pensada para que seja adaptável, ágil, flexível, focada em conhecimentos, habilidade, atitudes e valores que contemplem uma formação por competências.

Evidentemente que durante a formação profissional dos futuros engenheiros

o pragmatismo, o raciocínio lógico, a precisão matemática, entre outras técnicas e conceitos não podem ser abnegados, todavia, sem criatividade, capacidade de relacionamento interpessoal e de liderança emocionalmente correta, não há empregabilidade. Nesse sentido, Fava (2014, p. 28) argumenta que:

Para o mundo acadêmico, é importante conhecer qual o recheio de cada unidade de ensino, que conteúdo ensinar, quais competências e habilidades desenvolver de modo a amparar, contemplar, atender as necessidades da sociedade contemporânea, disponibilizando ao mercado profissionais-cidadãos com alto índice de empregabilidade.

Portanto, fica claro e evidenciado – diante de tudo o que foi explicitado ao longo desta discussão até o presente momento – que a sociedade do conhecimento, pós-industrial e digital na qual se vive hoje “privilegia a esfera emotiva em relação à esfera racional, a qualidade em comparação com a quantidade, a subjetividade em proporção à coletividade” (FAVA, 2014, p. 24). Em decorrência disso, o egresso que vivenciar uma formação profissional baseada no desenvolvimento de competências e da acuidade mental terá maiores possibilidades de garantir sua empregabilidade.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Engenharia é a arte de transformar os materiais e as energias da natureza para produzir bens e serviços de interesse e necessidade da sociedade, valendo-se das ferramentas, dos equipamentos, das tecnologias e dos conhecimentos científicos existentes para tal. Nesse sentido, o engenheiro é o agente transformador que irá organizar e liderar o trabalho, aplicando conceitos, técnicas e ferramentas para conduzir economicamente a produção destes bens e serviços (COLENCI, 2000).

Sendo o engenheiro – neste caso, o Engenheiro de Produção – o regente dos processos de transformação, é importante que ele possua uma formação acadêmica que o capacite a reconhecer problemas e a solucioná-los, utilizando uma ampla base científica, computacional e gerencial. Nessa perspectiva, o(a) Engenheiro(a) de Produção garantirá sua empregabilidade, na medida em que, com habilidade e atitude, puder transformar conhecimento em soluções úteis para a empresa.

Porém, o que se verifica, é que grande parte dos Engenheiros recém-formados possui uma formação deficiente, tanto no aspecto prático da profissão quanto em conhecimentos gerenciais, administrativos, sociais e ambientais, tornando-os pouco criativos (FURTADO, 2013). A era da customização, da produção enxuta e do atendimento eficiente às necessidades do consumidor na qual vivemos exige das Instituições de Ensino Superior (IES) uma reestruturação de seus currículos acadêmicos – sobretudo nos currículos dos cursos de Engenharia – de modo que o foco de seu conteúdo deixe de ser o “ensinar” para ser o “aprender”.

Diante dessa constatação, Rocha (1996, p. 4) destaca a urgência de se elaborar “processos permanentes de acompanhamento e avaliação do ensino para poder rever

e adaptar os currículos, questionando sobre o que está faltando, o que é desnecessário, sobre o que ensinar e como fazê-lo”. É preciso que o processo educacional busque a melhoria da aprendizagem do aluno colocando-o como o cerne desse processo e o professor como o facilitador da aprendizagem e não como provedor único de conhecimento. É nesse contexto que o novo paradigma da formação acadêmica do século XXI emerge.

Para que este paradigma se estabeleça, é imprescindível que o modelo de ensino moldado para formar profissionais especialistas, baseado no acúmulo do saber e de modos de fazer, seja descartado e ceda lugar ao ensino voltado para a capacitação profissional dos indivíduos no sentido de dar-lhes condições de desenvolverem um raciocínio lógico, abstrato, indutivo e reflexivo para que forneçam soluções para problemas que não podem ser resolvidos com a aplicação mecânica de receitas padronizadas.

Esse paradigma emergente tem como enfoque o ensino voltado para a formação profissional de modo a fornecer o *know how*, o *know why*, o *skill* e o *feeling*, necessários para o aluno ser capaz de trabalhar em equipe, ter iniciativa, liderança e gerar respostas criativas. No que diz respeito ao ensino de Engenharia de Produção, este modelo de formação permitirá aos egressos dos cursos desenvolverem suas capacidades de conceber e de operar sistemas complexos, competências para usar recursos computacionais diversos, *softwares* especializados, técnicas gerenciais e administrativas, além de promover acuidade mental para esses novos profissionais.

Contudo, o que se percebe na prática, segundo Rocha (1996) e Anastasiou (2012), é que a boa parte das universidades brasileiras ainda não encontrou uma maneira para viabilizar um tratamento interdisciplinar e dialético do conhecimento, pois não é raro identificar vários currículos universitários que permanecem seguindo o modelo racional da configuração em grade, separando a teoria da prática e distinguindo as disciplinas do básico e do profissionalizante com um conjunto de pré-requisitos, agrupadas por ano ou semestre.

Na visão de Rocha (1996), medidas como a integração de atividades de pesquisa ao processo educativo, uma maior ênfase no desenvolvimento de trabalhos em equipe, a adoção do modelo de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), aulas mais práticas e dinâmicas e menos teóricas e discursivas, o fortalecimento da integração do sistema educacional com o sistema empresarial, a flexibilização do regime de aulas e a não obrigatoriedade da dedicação exclusiva do professor universitário à universidade são alternativas que podem ser adotadas, em primeira instância, para que as unidades acadêmicas de engenharia comecem a melhor adequar sua estrutura curricular às exigências do mercado atual.

Voltando o olhar para o ensino da Engenharia de Produção, a adoção das medidas citadas anteriormente é de extrema importância para capacitar os graduandos para resolverem os novos problemas e sanarem as novas necessidades demandadas pela sociedade e pelas empresas, através da sua criatividade, dos seus conhecimentos

técnicos, científicos, filosóficos e empíricos, bem como de suas habilidades e de suas atitudes. Ainda neste contexto, tais medidas atrairiam engenheiros praticantes para a esfera acadêmica, o que daria aos cursos e à pesquisa nas IES um foco mais centrado no desenvolvimento tecnológico, empreendedor e econômico do país, além de formar gerações de docentes com mais experiência.

## REFERÊNCIAS

- ABEPRO. **Referências curriculares da Engenharia de Produção**. Penedo: ABEPRO, 2001. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Ref\\_curriculares\\_ABEPRO.pdf](http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Ref_curriculares_ABEPRO.pdf)>. Acesso em: 30/09/2016.
- ANASTASIOU, L. G. **Processos de Ensino na Universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 10. ed.. Joinville: Editora Univille, 2012.
- BAZZO, Walter Antônio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. Origens da engenharia. In: \_\_\_\_\_. **Introdução à engenharia**: conceitos, ferramentas e comportamentos. Florianópolis: UFSC, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação – MEC – Conselho Nacional de Educação – CNE – Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES, de 11 de março de 2002, que institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Brasília: MEC, 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=385&m=548&ss=1&c=514>>. Acesso em: 03/10/2016.
- CAMPOS, V.F. **TQC: Controle da Qualidade Total (no Estilo Japonês)**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni. Rio de Janeiro: Editora Bloch, 1992.
- CARBONE, Pedro Paulo *et al.*. **Gestão por competências e gestão do conhecimento**. 3. ed.. 12ª reimpressão. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2014.
- COLENCI, Ana Tereza. **O ensino de engenharia como uma atividade de serviços**: a exigência de uma atuação em novos patamares de qualidade acadêmica. São Carlos. 131p.. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000.
- FAVA, Rui. **Educação 3.0**: aplicando o PDCA nas instituições de ensino. 1. ed.. São Paulo: Saraiva, 2014.
- FLEURY, Afonso. Evolução dos cursos de engenharia de produção no Brasil. In: BATALHA, Mário Otávio (Org.). **Introdução à engenharia de produção**. 4. reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- FONSECA, Augusto V. M. da; MIYAKE, Dario Ikuo. **Uma análise sobre o Ciclo PDCA como um método para solução de problemas da qualidade**. Anais: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, Ceará. 2006.
- FURTADO, Aline Fernanda. **O desafio do ensino de engenharia frente aos problemas econômicos, energéticos e a sustentabilidade**. Revista Triângulo, v. 06, n. 01: p. 3-21, 2013.
- ROCHA, I. **Reengenheirando o ensino de engenharia no Brasil**. Seminário “O Ensino da Engenharia para o Século XXI nos Países Amazônicos” UNESCO e UNAMAZ. 1996. Disponível em: <[http://www.ufpa.br/unamaz/index\\_arquivos/Page5716.htm](http://www.ufpa.br/unamaz/index_arquivos/Page5716.htm)>. Acesso em: 15/10/2016.

## SERVITIZAÇÃO E INDÚSTRIA 4.0 NA MANUFATURA: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

**Matheus Phelipe Vendramini**

Universidade Metodista de Piracicaba  
Santa Bárbara D'Oeste – SP

**Alexandre Tadeu Simon**

Universidade Metodista de Piracicaba  
Santa Bárbara D'Oeste - SP

**RESUMO:** Servitização é definida como um processo de construção de fluxos de receita para empresas manufatureiras a partir de serviços, isto é, a transição dos lucros provenientes de produtos para lucros provenientes de serviços. A decisão para tal transição é uma das bases para determinação da estratégia global de uma organização. Para que produção seja fonte de vantagem competitiva e índices positivos de eficiência, novas técnicas e métodos devem ser utilizados na manufatura. Recentemente proposta, a Indústria 4.0 se tornou uma vertente relacionando inovações tecnológicas referentes a controle, automação e tecnologia da informação, voltadas aos processos de manufatura. A partir de conceitos como Internet das Coisas (*IoT*) e *Big Data*, os processos tendem a obter maior autonomia e customização, além de se tornarem cada vez mais eficientes. A proposta deste artigo é realizar uma pesquisa bibliométrica referente aos termos Servitização e Indústria 4.0 considerando sua inserção na manufatura. Como resultado

da pesquisa espera-se comparar, dentre as bases pesquisadas, quais os países, autores, periódicos estão desenvolvendo trabalhos nos temas abordados. Como achados e tendências identificou-se que 59% dos trabalhos publicados a partir de 2014 estão fortemente ligados à Indústria 4.0 e que nos próximos anos, além de teorias, práticas e resultados serão abordados com maior ênfase.

**PALAVRAS CHAVE:** Indústria 4.0; Servitização; Manufatura; Bibliometria.

**ABSTRACT:** Servitization is defined as a process of constructing revenue streams for manufacturing enterprises from services, that is, the transition from profits from products to profits from services. The decision for such a transition is one of the foundations for determining the overall strategy of an organization. For production to be a source of competitive advantage and positive efficiency ratios, new techniques and methods must be used in manufacturing. Industry 4.0 became a strand relating technological innovations related to control, automation and information technology, focused on manufacturing processes. From concepts such as Internet of Things (*IoT*) and *Big Data*, processes tend to obtain greater autonomy and customization, in addition to becoming more and more efficient. The proposal of this paper is to perform a

bibliometric research related to the terms Servitization and Industry 4.0 considering the insertion in manufacture. As a research result it is hoped to compare, among the bases researched, which countries, authors, and periodicals are developing works on the topics addressed. As findings and trends it has been identified that 68% of the works published since 2015 are strongly linked to Industry 4.0 and that in the next years, besides theories, practices and results will be approached with greater emphasis.

**KEYWORDS:** Industry 4.0; Servitization; Manufacturing; Bibliometry.

## 1 | INTRODUÇÃO

Para manterem-se competitivas, as empresas manufatureiras sentiram cada vez mais a necessidade de fornecer a disponibilidade de seus equipamentos por meio de serviços como reparo, manutenção e revisão (BAINES *et al.*, 2007; CALDWELL e HOWARD, 2011; NEELY *et al.*, 2011).

Em um contexto de fabricação, segundo Vandermerwe e Rada (1988), a prestação de serviços vinculados a principais ofertas corporativas é comumente referida como servitização. Geralmente, a maioria dos contratos de serviços relacionados às ofertas dos fabricantes é baseada em equipamentos onde o cliente é cobrado pelo tempo e materiais envolvidos em reparos, manutenção e revisões de equipamentos (WEELE, 2002; LEE *et al.*, 2016).

Mais recentemente, a servitização foi definida como a implementação de serviços cujo resultado é focado nas capacidades fornecidas pelo desempenho do produto (BAINES *et al.*, 2017).

Com base nas vantagens competitivas e obtenção de clientes, as empresas devem construir infraestruturas e capacidades operacionais adequadas em sua manufatura e serviços (QI *et al.*, 2017), tais como suporte à Indústria 4.0.

Com rápidos avanços na indústria, tecnologia e aplicações, muitos conceitos surgiram na manufatura. O termo “Indústria 4.0” tem sido publicado para ressaltar uma nova revolução industrial, o qual vem sendo objeto de estudo em empresas de manufatura (QIN *et al.*, 2016).

O impacto econômico da chamada quarta revolução industrial é supostamente grande. Como promessa da Indústria 4.0 espera-se o aumento substancial da eficiência operacional bem como o desenvolvimento de modelos de negócios, serviços e produtos inteiramente novos (HERMANN *et al.*, 2015). Entretanto a organização necessita alinhar seus objetivos com suas funções departamentais.

De acordo com Huxtable e Schaefer (2016), a servitização sendo a transição de um modelo de negócio que gira em torno de fornecimento de produtos para um que vende serviços ou soluções, em convergência aos conceitos da Indústria 4.0, é um grande potencial para uma mudança significativa no setor industrial manufatureiro.

O objetivo deste artigo é explorar na literatura, por meio de uma bibliometria, a abordagem do termo Servitização e a inserção da Indústria 4.0 nas empresas

manufatureiras, evidenciando as abordagens mais citadas, países que interagem com maior frequência nestes assuntos.

O artigo está estruturado da seguinte forma: Seção 2 – Revisão de Literatura; Seção 3 – Procedimentos Metodológicos; Seção 4 – Discussões e Resultados; Seção 5 – Conclusões.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção, para contextualização do tema abordado, são apresentados conceitos relacionados aos termos da pesquisa bibliométrica, Servitização e Indústria 4.0.

### 2.1 Servitização

Fundamentos conceituais de servitização estão sendo estabelecidos. As definições aderiram a servitização como sendo um processo de construção de fluxos de receita para empresas manufatureiras a partir de serviços (JOHNSTONE *et al.*, 2009; BAINES e LIGHTFOOT, 2013; SMITH *et al.*, 2014).

Artigos publicados que mostram forte relação com a servitização têm crescido exponencialmente nos últimos vinte anos (BAINES e LIGHTFOOT, 2012). Diversos autores têm publicado definições sobre servitização. Baines (2009) diz que servitização é o conceito de fabricantes que oferecem serviços fortemente acoplados aos seus produtos. Para Neely (2009), a definição para servitização é a inovação dos recursos e processos organizacionais para melhor criar valor mútuo por meio de uma mudança da venda de produtos para vender sistemas de serviço do produto.

Um fabricante pode oferecer diversas formas de serviços, desde aquelas que apoiam um bem até aquelas que suportam os clientes (MATHIEU, 2001; EGGERT *et al.*, 2014). Exemplos de empresas que oferecem serviços incluem Alstom, ABB, Thales Training and Simulation e Rolls-Royce Aerospace (BAINES *et al.*, 2017).

Huxtable e Schaefer (2016) fizeram um estudo onde citam que a economia britânica transformou-se ao longo do último meio século. Em 1948, o setor de serviços do Reino Unido contribuiu com cerca de 46% do PIB anual. Esse percentual aumentou em 2015 para 75%.

Diante da intensa concorrência de mercados, nos últimos anos as indústrias de design e manufatura do Reino Unido sofreram transição para serviços. Foi o caso da Rolls-Royce, cujos motores são vendidos numa base contratual, onde os clientes pagam pelo “*power*” (poder), garantindo que a energia seja continuamente entregue assumindo total responsabilidade pela manutenção e suporte.

Os motivos e os benefícios de competir por meio de serviços também estão se tornando documentados. Dentre os motivos estão o aumento do faturamento e lucros, melhorando as respostas às necessidades dos clientes, melhorando a inovação de produtos, criando novos fluxos de receitas, aumentando a fidelidade dos clientes e

estabelecendo maiores barreiras à concorrência (EGGERT *et al.*, 2014).

Transformar uma organização de manufatura para competir por meio de serviços é um desafio tanto para pesquisadores quanto para profissionais. Martinez *et al.* (2010) argumentaram que, embora exista literatura e marcos teóricos significativos no campo geral da mudança organizacional, nenhum modelo explica a mudança em direção à servitização.

## 2.2 Indústria 4.0

Indústria 4.0, segundo Pan *et al.* (2015), é um termo originado na área de engenharia de manufatura e representa a quarta revolução industrial, isto é, a habilidade de componentes se comunicarem entre si.

Esta comunicação pode ser dentro das instalações da intranet ou internet externa e vai levar conjuntos de dados demasiadamente grandes a serem armazenados em uma estrutura de banco de dados convencional. Por isso, as tecnologias para a análise de “big data” terão de ser empregadas para controlar adequadamente e manipular esses conjuntos de dados (PAN *et al.*, 2015).

É um conceito de indústria proposto recentemente e que une as principais inovações tecnológicas no que diz respeito à automação, controle e tecnologia da informação, aplicadas aos processos de manufatura. A partir de Sistemas Cyber-Físicos, Internet das Coisas e Internet dos Serviços, os processos produtivos tendem a se tornarem mais eficientes, autônomos e customizáveis (CITISYSTEMS, 2016).

O fundamento básico da Indústria 4.0 consiste que as empresas poderão criar redes inteligentes ao longo da cadeia de valor que podem controlar os módulos da produção de forma autônoma. As fábricas inteligentes serão capazes e terão autonomia para gerenciar manutenções, prever falhas nos processos e se adaptar aos requisitos e mudanças não planejadas na produção.

O Instituto Fraunhofer publicou em 2013, o resultado de um estudo para “Indústria 4.0”. 661 empresas, além de 21 especialistas de renome na indústria, cientistas e representantes de associações e sindicatos, participaram do estudo. Foram identificados três relevantes futuros temas: Lidar com a complexidade; Capacidade de inovação; Flexibilidade (SPATH, 2013).

Bauernhansl (2014) enfatizou na conferência “Mav Innovation Forum”, que, devido à variedade de tecnologias utilizadas, um novo aumento da individualização e personalização de produtos e serviços, a “complexidade” vai explodir no futuro. No que diz respeito à implementação da “Indústria 4.0” é recomendado definir os chamados “casos de uso”.

O projeto do futuro “Indústria 4.0” apoia a individualização dos produtos à alta produção em larga escala com flexibilidade e integração de clientes e parceiros de negócios em processos de criação de valor. Isso permite novos modelos de negócio dentro da empresa e entre empresas (RENNUNG *et al.*, 2016).

As operações individuais que agregam valor podem ser ligadas em rede umas

com as outras e podem ser usadas em sincronia. Devido à flutuação do mercado, uma produção flexível será suportada, de forma a responder em tempo hábil a uma permanente mudança de requisitos.

Um dos maiores impactos causados pela indústria 4.0, segundo Rennung (2016), é uma mudança que afeta o mercado como um todo. Consiste na criação de novos modelos de negócios. Em um mercado cada vez mais exigente, muitas empresas já procuram integrar ao produto necessidades e preferências específicas de cada cliente. A customização prévia do produto por parte dos consumidores tende a ser uma variável a mais no processo de manufatura, mas as fábricas inteligentes serão capazes de levar a personalização de cada cliente em consideração, adaptando-se às preferências.

### 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo deste artigo é caracterizado como pesquisa bibliográfica por ser baseado em materiais já publicados, tais como publicações em periódicos, artigos científicos, boletins, monografias e teses. O objetivo é colocar o pesquisador em contato com o material escrito sobre o assunto de pesquisa (PRODANOV *et al.*, 2013). As etapas que constituem o desenvolvimento do estudo são demonstradas na Figura 1:

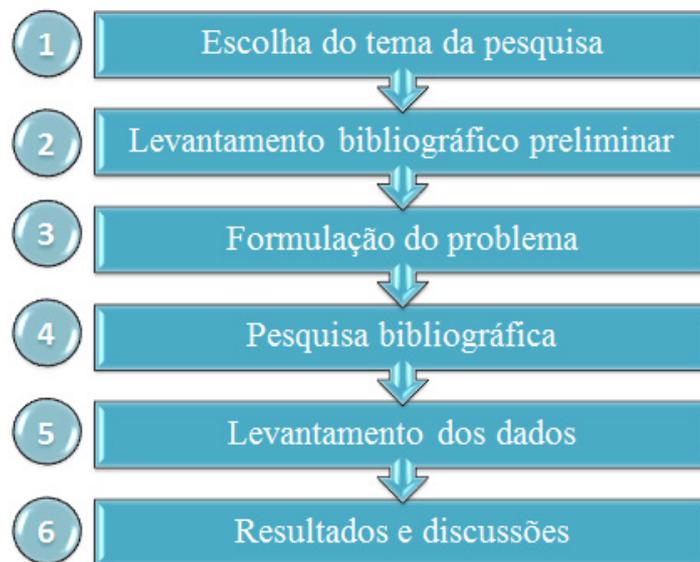


Figura 1 – Etapas de desenvolvimento do estudo

Fonte: Próprio Autor

Etapa 1: Na primeira etapa foi realizada a escolha do tema da pesquisa. O tema de pesquisa foi direcionado à Indústria 4.0 e Servitização devido à ascensão dos temas dentro do contexto da manufatura nos últimos anos;

Etapa 2: Foi realizado um levantamento bibliográfico preliminar a fim de verificar o grau de discussão na literatura referente ao tema escolhido, com isto, avaliou-se e

firmou-se a possibilidade de continuação do trabalho proposto;

Etapa 3: Nesta etapa foi formulado o problema do estudo. As empresas manufatureiras necessitam criar vantagens competitivas para se destacarem no mercado competitivo que atuam. Com isto, a análise da Servitização e o surgimento da Indústria 4.0 foram e vêm sendo amplamente discutidos para alcançar o melhor desempenho nos processos de manufatura, considerando como parte na estratégia global das organizações;

Etapa 4: Para realizar a pesquisa bibliográfica foram realizadas buscas nas bases: *Science Direct*, *Scopus*, *Engineering Journals (ProQuest)* e *Springer Link*. Foram definidos alguns parâmetros de busca nessas bases:

- Palavras Chave: *Servitization* e *Industry 4.0*;
- Período de Publicação: de 2012 até 2016;
- Áreas de conhecimento: foram definidas as áreas de *Business Management and Accounting*; *Design* e *Engineering*, por se tratarem de contextos relacionados à área de atuação dos autores.

De acordo com os critérios de busca definidos, foram levados em consideração todos os artigos encontrados na pesquisa, mesmo se houvesse aplicação voltada ao setor de Manufatura;

Etapa 5: Como levantamento de dados, o total de artigos encontrados nas quatro bases foi tabulado e estratificado, possibilitando a posterior análise da pesquisa bibliográfica;

Etapa 6: Nesta etapa discute-se os resultados encontrados por meio da pesquisa e as tendências evidenciadas relacionadas aos temas propostos, Servitização e Indústria 4.0.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio dos critérios de busca estabelecidos na etapa 4 do desenvolvimento do estudo, foram encontrados um total de 350 artigos relacionados à pesquisa, relacionando os temas Servitização e Indústria 4.0, como mostra a Figura 2.

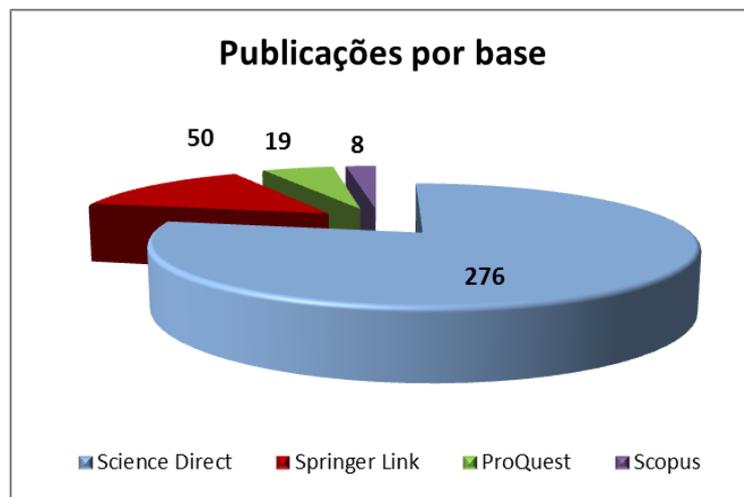


Figura 2 – Total de artigos encontrados por Base

Fonte: Próprio Autor

Dentre o total de 350 artigos encontrados, 276 artigos estão relacionados à Base *Science Direct*, 50 artigos encontrados na Base *Springer Links*, 19 artigos compõem a base *ProQuest* e os 8 artigos restantes na *Scopus*.

Com o total de artigos encontrados, a estratificação da pesquisa bibliográfica deste trabalho foi organizada com relação aos seguintes indicadores: (i) artigos por ano de publicação; (ii) artigos por fonte de publicação; (iii) artigos por país de publicação; (iv) artigos publicados por autor. Os dados são apresentados na sequência.

### I. Artigos por ano de publicação

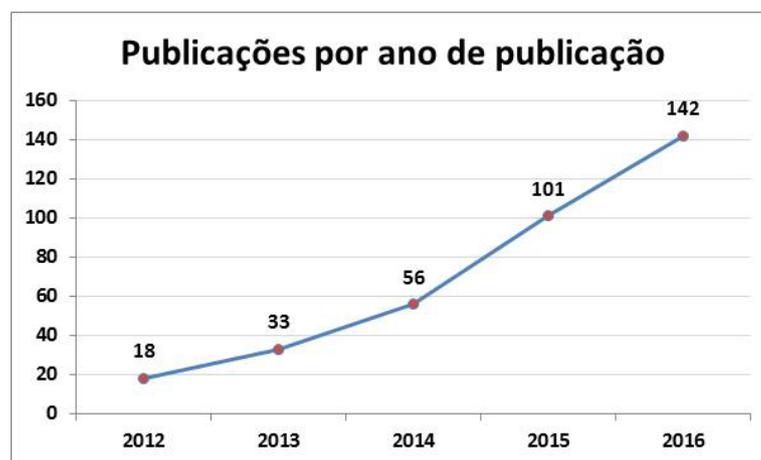


Figura 3 – Artigos por ano de publicação

Fonte: Próprio Autor

Conforme mostra a Figura 3, houve crescimento bastante considerável de publicações nos últimos anos (a partir de 2014). Uma explicação para este fenômeno pode ser relacionada ao fato de que o termo “Indústria 4.0” surgiu a partir do ano de 2013, voltando interesses para publicações nesse tema a partir do ano de 2014. Além disso, o termo “Servitização” é bastante utilizado em trabalhos no campo da

engenharia, o que faz alavancar também as publicações.

## II. Artigos por fonte de publicação

A Figura 4 menciona as publicações estratificadas pelas principais fontes de publicação, isto é, o top 10 dos *Journals*, congressos e revistas que publicaram nos assuntos abordados.

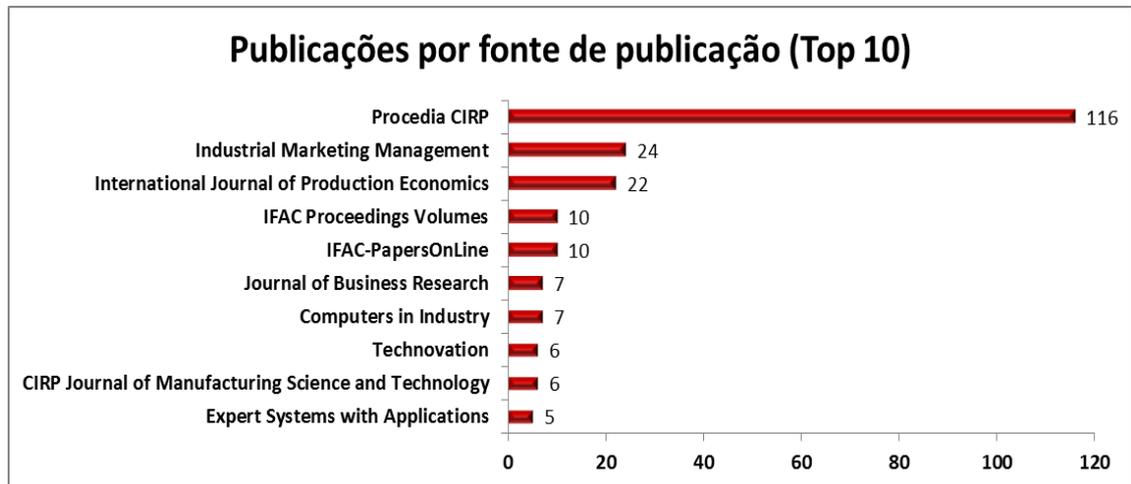


Figura 4 – Artigos por fonte de publicação

Fonte: Próprio Autor

## III. Artigos publicados por país de publicação

O critério utilizado para levantar os dados de artigos publicados por país foi de relacionar o país de cada autor dos artigos, isto é, se um mesmo artigo foi escrito por autor chinês, alemão e americano, pontuou-se os três países de publicação.

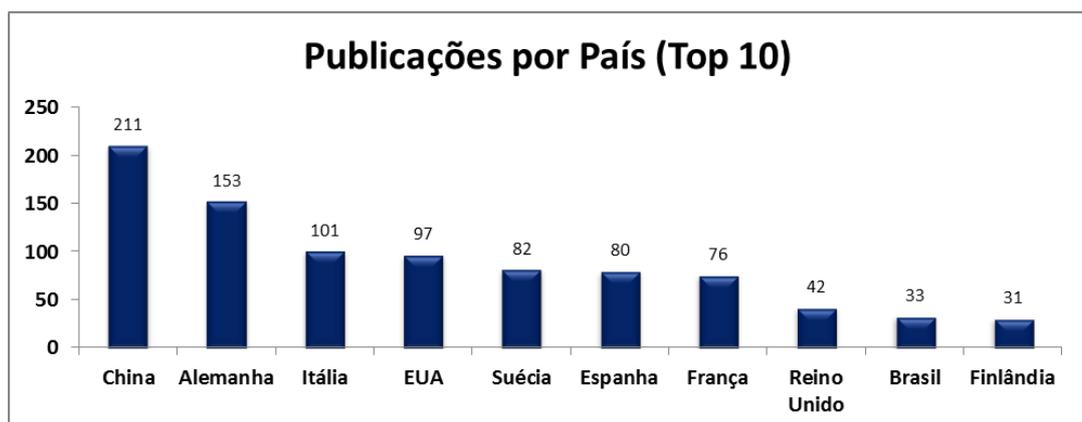


Figura 5 – Artigos por país de publicação

Fonte: Próprio Autor

Observa-se na Figura 5 os dez países que mais publicaram nos últimos 5 anos. A China aparece na frente aos demais países com 211 artigos publicados, diferença

significativa se comparada à segunda posição (Alemanha, com 153 artigos publicados). Um dos motivos pela Alemanha ser a segunda colocada se deve ao motivo de que o país foi o propulsor da Indústria 4.0. Além disso, dentre os artigos publicados por autores alemães, 71% estão relacionados exclusivamente à Indústria 4.0.

#### IV. Artigos publicados por autor

A Figura 6 relaciona os dez autores que mais publicaram artigos nos temas abordados e a quantidade de publicações.



Figura 6 – Publicações por autores

Fonte: Próprio Autor

#	AUTOR	PAÍS						TOTAL
			2012	2013	2014	2015	2016	
1	Shimomura, Y.	Japão	-	1	3	3	3	10
2	Pirola, F.	Itália	-	1	1	2	4	8
3	Lindström, J.	Suécia	-	1	1	3	3	8
4	Parida, V.	Suécia	-	3	1	1	3	8
5	Kohtamäki, M.	Finlândia	-	2	1	1	3	7
6	Sjödin, D.	Finlândia	-	1	1	1	3	6
7	Pezzotta, G.	Itália	-	1	1	3	1	6
8	Medini, K.	França	-	-	-	2	3	5
9	Kimita, K.	Japão	-	-	2	1	2	5
10	Gaiardelli, P.	Itália	-	2	-	1	2	5

Tabela 1 – Evolução de publicações por autor

Fonte: Próprio Autor

Percebe-se que o autor que obteve maior número de publicações referentes aos assuntos abordados foi Shimomura, Y., do Japão, com dez publicações nos últimos cinco anos. Sendo a Alemanha a propulsora do tema Indústria 4.0 e um país

européu, dentre os dez autores que mais publicaram trabalhos referentes aos temas pesquisados, oito são europeus, evidenciando o interesse e crescimento dos assuntos abordados.

A Tabela 1 estratifica a evolução por ano de publicação dos dez autores que mais publicam nos assuntos Servitização e indústria 4.0.

#### 4.1 Lacunas e tendências

Embora a pesquisa bibliométrica tenha trazido um retorno de 350 artigos relacionados à Indústria 4.0 e Servitização, não houve número significativo de estudos que quantificam, por exemplo, o ganho em produtividade e/ou vantagem competitiva em indústrias manufatureiras ao utilizar o termo Indústria 4.0.

Mesmo sendo um assunto relativamente novo, a quantidade de produções no tema Indústria 4.0 cresceu significativamente nos últimos anos. Dos 299 artigos publicados a partir de 2014, 176 (59%) estão ligados ao termo Indústria 4.0.

Tendências mostradas no estudo bibliométrico estão apontando que nos próximos anos aumentem o número de publicações nos campos da Indústria, principalmente para Indústria 4.0 e Servitização correlacionadas, não apenas abordando teorias e revisões bibliográficas, mas também práticas e resultados na área da manufatura.

## 5 | CONCLUSÃO

As empresas manufatureiras necessitam criar vantagens competitivas para se destacarem no mercado competitivo em que atuam. Com isto, o surgimento da Indústria 4.0 e a utilização do conceito de servitização vêm sendo amplamente discutidos para alcançar o melhor desempenho nos processos de manufatura e nos resultados das organizações.

Este estudo foi realizado para avaliar a inserção dos temas Servitização e Indústria 4.0 na manufatura. Como resultados destacam-se:

- A China é o país que mais publicou artigos referentes à Servitização e Indústria 4.0 no período dos últimos cinco anos;
- A maior concentração de publicação nos temas abordados está nos anos de 2014 a 2016;
- Com relação aos autores que mais publicam na área estudada, maior parte dos autores são provenientes do continente europeu, no qual tem sido maior a difusão da Indústria 4.0.

As publicações com referência aos termos abordados vem tomando significância nos últimos anos, não só nos países de origem, mas também pelos demais continentes/regiões do mundo, evidenciando a importância dos assuntos como diferencial em vantagem competitiva.

## REFERÊNCIAS

- BAINES, T., BIGDELI, A. Z., BUSTINZA, O. F., SHI, V. G., BALDWIN, J., RIDGWAY, K. (2017). **“Servitization: Revisiting the State-of-the-Art and Research Priorities.”** International Journal of Operations & Production Management 37(2):256–78.
- BAINES, T., LIGHTFOOT, H. (2013), **“Made to Serve: How Manufacturers Can Compete through Servitization and Product Service Systems”**, John Wiley and Sons, Chichester.
- BAINES, T., LIGHTFOOT, H. (2012). **“The servitization of manufacturing – A systematic literature review of interdependent trends”**. International Journal of Operations & Production Management, vol. 33.
- BAINES, T.S., LIGHTFOOT, H.W., BENEDETTINI, O., KAY, J.M. (2009), **“The servitization of manufacturing: a review of literature and reflection on future challenges”**, Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 20 No. 5, pp. 547-567.
- BAINES, T. S., LIGHTFOOT, H. W., EVANS, S., NEELY, A., GREENOUGH, R., PEPPARD, J., ROY, R. (2007). **“State-of-the-art in product-service systems”**. Proc. Inst. Mech. Eng. Part B: J. Eng. Manuf., 221 (10), pp. 1543–1552.
- BAUERNHANSL, T. (2014). **“Komplexität bewirtschaften: Die Einführung von Industrie 4.0 in Produktionssysteme. mav Innovationsforum”**. Universität Stuttgart. Retirado de: [http://www.mav-online.de/c/document\\_library](http://www.mav-online.de/c/document_library)
- CALDWELL, N., HOWARD, M. (2011). **“Procuring Complex Performance: Studies of Innovation in Product Service Management”**. Routledge, New York.
- CITISYSTEMS (2016). **“O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo”**. Acesso ao site [www.citisystems.com.br](http://www.citisystems.com.br) em 12/05/2017.
- EGGERT, A., HOGREVE, J., ULAGA, W., MUENKHOFF, E. (2014), **“Revenue and profit implications of industrial service strategies”**, Journal of Service Research, Vol. 17 No. 1, pp. 23-39.
- HERMANN, M., PENTEK, T., OTTO, B. (2015), **“Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review”**, Technische Universität Dortmund, 1(1), 4–16.
- HUXTABLE, J., SCHAEFER, D. (2016). **“On Servitization of the Manufacturing Industry in the UK.”** Procedia CIRP 52:46–51.
- JOHNSTONE, S., DAINTY, A., WILKINSON, A. (2009), **“Integrating products and services through life: an aerospace experience”**, International Journal of Operations and Production Management, Vol. 29 No. 5, pp. 520-538.
- LEE, S., YOO, S., KIM, D. (2016). **“When is servitization a profitable competitive strategy?”**. Int. J. Prod. Econ., 173, pp. 43–53.
- MARTINEZ, V., BASTL, M., KINGSTON, J., EVANS, S. (2010), **“Challenges in transforming manufacturing organisations into product-service providers”**, Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 21 No. 4, pp. 449-469.
- MATHIEU, V. (2001), **“Service strategies within the manufacturing sector: benefits, costs and partnership”**, International Journal of Service Industry Management, Vol. 12 No. 5, pp. 451-475.
- NEELY, A., MCFARLANE, D., VISNJIC, I. (2011). **“Complex Service Systems – Identifying Drivers Characteristics and Success Factors”**. 18th European Operations Management Association (EurOMA) Conference, Cambridge, UK, July 3-6.

NEELY, A. (2009), “**Exploring the financial consequences of the servitization of manufacturing**”, Operations Management Research, Vol. 1 No. 2, pp. 103-118.

PAN, M., SIKORSKI, J., KASTNER, C. A., AKROYD, J., MOSBACH, S., LAU, R., KRAFT, M. (2015). “**Applying Industry 4.0 to the Jurong Island Eco-industrial Park**”. Energy Procedia, 75, 1536–1541.

PRODANOV, C. C. (2013). “**Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**”. 2.Ed. Novo Hamburgo. Feevale.

QI, Y., HUO, B., WANG, Z. e YEUNG, H. (2017), “**The impact of operations and supply chain strategies on integration and performance**”, International Journal of Production Economics, Vol. 185, pp.162–174.

QIN, J., YING, L., GROSVENOR, R. (2016), “**A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond**”, Procedia CIRP, Vol. 52, pp. 173–178.

RENNUNG, F., LUMINOSU, C. T., DRAGHICI, A. (2016). “**Service Provision in the Framework of Industry 4.0**”. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 221, 372–377.

SMITH, L., MAULL, R., NG, I.C.L. (2014), “**Servitization and operations management: a service dominant-logic approach**”, International Journal of Operations and Production Management, Vol. 34 No. 2, pp. 242-269.

SPATH, D. (2013). “**Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0**”. Retirado de: <http://www.mechatronikbw.de/attachments/article>

VANDERMERWE, S., RADA, J. (1988). “**Servitization of business: adding value by adding services**”. Eur. Manag. J., 6 (4), pp. 314–324.

WEELE, A. (2002). “**Purchasing and Supply Chain Management, Analysis, Planning and Practice**”. Thomson Learning, 4th ed, London.

## A INOVAÇÃO NAS EMPRESAS DE PEQUENO PORTE: UMA ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO ORGANIZACIONAL ATRAVÉS DO GRAU DE INOVAÇÃO

**Auristela Maria da Silva**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife – PE

**André Marques Cavalcanti**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife - PE

**Gabriel Herminio de Andrade Lima**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife - PE

**RESUMO:** No momento em que as empresas de pequeno porte buscam inovar para superar a crise econômica, os programas governamentais de fomento surgem como uma alternativa. Estes programas objetivam fortalecer as empresas através do aumento da competitividade. Motivados pelas discussões relativas à estrutura organizacional, a gestão por competência e sua influência da capacidade de inovar das empresas de pequeno porte, esta pesquisa buscou identificar a existência de correlação entre o grau de desenvolvimento organizacional (GO) e o grau de inovação (GI). Analisamos os resultados dos diagnósticos de inovação e organizacional de 120 empresas de pequeno porte, mediante preenchimento de formulários em um processo de entrevista estruturada, baseadas no Radar da Inovação. A amostra é igualmente distribuída em três

grupos de 40 empresas dos setores da indústria de alimentos, móveis e confecções do estado de Pernambuco. Os resultados mostraram que 69,2% das empresas pesquisadas são caracterizadas como inovadoras ocasionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inovação, Gestão Organizacional, Empresas de Pequeno Porte.

**ABSTRACT:** At a time when small businesses seek to innovate to overcome the economic crisis, Government programmes to promote arise as an alternative. These programmes aim at strengthening businesses through increased competitiveness. Motivated by discussions concerning the organizational structure, management by competence and the influence your ability to innovate of the small businesses, this study sought to identify the existence of a correlation between the Management Degree (MD) and the Innovation Degree (ID). We analyze the results of innovation and organizational diagnosis of 120 small businesses, by filling in forms in a structured interview process, based on the scope of innovation. The sample is also distributed in three groups of 40 companies from the sectors of food industry, furniture and clothing, in the State of Pernambuco. The results showed that 69.2 percent of companies surveyed are not innovative enough.

**KEYWORDS:** Innovation, Organizational Management, Small Businesses.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, há um grande esforço das empresas de pequeno porte (EPPs) para se manter no mercado. Essas empresas são afetadas por mudanças políticas e econômicas, pelo surgimento de novos entrantes nacionais, além da concorrência de produtos de empresas estrangeiras, como é o caso dos produtos chineses.

Algumas ações governamentais de fomento são direcionadas para as EPPs, procurando prestar consultorias através de metodologias próprias desenvolvidas por diferentes programas, objetivando fortalecer as empresas através do aumento da competitividade e da inovação.

Programas como Agentes Locais de Inovação (SEBRAE, 2015), Brasil mais Produtivo (MDIC, 2016) e o Programa de Qualificação para Exportação (APEX, 2016) atuam para promover inovação através da análise de diagnósticos junto às empresas. Os resultados desses diagnósticos permitem conhecer o nível de maturidade das empresas e propor ações de melhoria. Muitas dessas ações têm foco na inovação, seja no produto, processo, gestão, canais de comercialização.

Motivados pelas discussões relativas à gestão organizacional, a gestão por competência e à sua influência na capacidade de inovar das EPPs, busca-se identificar a existência de correlação entre o grau de desenvolvimento organizacional (GO) e o grau de inovação (GI), a partir do radar de inovação definido por Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006).

Esta pesquisa foi desenvolvida a partir dos resultados dos diagnósticos de inovação e organizacional de 120 EPPs, baseados no Radar da Inovação. A amostra é igualmente distribuída em três grupos de 40 empresas dos setores da indústria de alimentos, móveis e confecções do estado de Pernambuco, selecionadas de modo não probabilístico por adesão, participantes do projeto Agentes Locais de Inovação (SEBRAE, 2015). Os setores foram escolhidos considerando-se a diferença natural entre eles, sobretudo, no tocante às possibilidades de inovar.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, são apresentadas definições de inovação e vantagem competitiva. Na inovação são citadas algumas formas de mensuração da mesma, começando pelo critério proposto por Schumpeter (1984), chegando às modificações sugeridas por Bachmann (2008), com base nos estudos de Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006). Na vantagem competitiva enfatizamos a gestão por competências, focando no desenvolvimento dos recursos humanos para desenvolver e tornar as empresas mais robustas frente aos eventos externos.

### 2.1 Inovação

O termo inovação tem várias abordagens, dependendo da aplicação e perspectiva

de interesse. No entanto, a maioria das definições apresenta uma voltada para tecnologia com foco em pesquisa e desenvolvimento (P&D), enfatizando um novo produto ou processo.

Garcia e Calantone (2002) definem inovação como processos iterativos usados na exploração do potencial de mercado de uma invenção baseado em tecnologia. Esse processo simula graus de inovação e necessita de uma tipologia para descrever tipos diferentes de inovação.

Outra forma de gerar inovação é por meio do modelo proposto por Schumpeter (1984), abordando dimensões para a inovação. Segundo ele, a inovação pode surgir sob a dimensão de um novo produto, novo processo, pela procura de novos mercados, desenvolvimento de novas fontes de matérias primas ou novas estruturas de mercado.

McDermott e O'Conner (2002) apresentam a inovação como sendo uma ou várias novas tecnologias ou suas combinações que oferecem benefícios. Essa visão enfatiza o papel da inovação como um processo de introdução no mercado de uma nova tecnologia por sistema de adoção e transferência de tecnologia. Nesse contexto, a inovação é compreendida como processo de P&D ou invenção dirigida à tecnologia. Nesta mesma linha, Hauser et al. (2006) e Han et al. (1998) definem inovação como sendo o processo de trazer produtos e serviços novos para comercializar.

A inovação é vista como uma ação capaz de gerar valor à organização por meio de um novo modo de fazer, podendo ocorrer em um produto, um processo, na organização e no marketing. Neste contexto, é possível inovar em comercialização dos produtos, desenvolvimento de canais de distribuição, criação de novos produtos ou processos, desenvolvimento de novas ações de marketing e outras ações que impactem no valor da empresa de forma sustentável e permanente.

O grande desafio para as EPPs é como inovar se manter inovadora de forma contínua e constante, utilizando os modelos e programas de fomento existentes.

## **2.2 Vantagem competitiva através da inovação**

As pequenas e médias empresas estão mais vulneráveis às mudanças provocadas pelas crises econômicas e políticas, além de sofrerem com concorrência de novos entrantes.

Na maioria das pequenas empresas, os gestores são os proprietários, e dividem o seu tempo entre as funções de gestor e empreendedor. Quando o gestor atua, o empreendedor fica adormecido, e vice-versa.

O desafio das pequenas empresas se baseia na dificuldade de redirecionar esforços para inovar, esforços esses que as empresas costumam utilizar apenas para se manter no mercado, relegando à inovação.

Nas organizações, o impacto da necessidade de inovar materializa-se por intermédio de processos organizacionais e técnicas que incorporam ao ambiente empresarial novas tecnologias, novas ferramentas, novas formas de comercialização,

novos modelos de gestão. Configura-se como desafio às organizações desenvolver e utilizar instrumentos de gestão que lhes garantam um certo grau de competitividade diante dos concorrentes nacionais e internacionais.

Conforme destacado na literatura, as abordagens para a obtenção de vantagem competitiva dão ênfase aos recursos humanos, tais como: gestão estratégica de recursos humanos (TAYLOR; BEECHLER; NAPIER, 1996); gestão de competências (HEENE; SANCHEZ, 1997; PRAHALAD; HAMEL, 1990); acumulação do saber (ARRÈGLE, 1995; WRIGHT; VAN; BOUTY, 1995) e gestão do capital intelectual (STEWART, 1998). Nessas pesquisas, ressalta-se a importância de desenvolvimento dos recursos humanos como estratégia para inovar e buscar novas oportunidades de mercado.

Neste contexto, a gestão de competências surge como instrumento que faz parte de um movimento voltado a oferecer alternativas eficientes de gestão às organizações, envolvendo não só aspectos ligados ao gerenciamento de pessoas, mas também da organização como um todo.

Alguns pontos são comuns entre os principais estudiosos da abordagem da competência: a necessidade de vinculação com a estratégia empresarial, a necessidade de vinculação das competências organizacionais e individuais, a necessidade de conhecer os recursos que constituem as competências, e, finalmente, o fato de que a abordagem está em construção (BITENCOURT, 2001; DUTRA, 2004; FLEURY; FLEURY, 2001; MILLS et al., 2002;).

A definição de competência foi modificada ao longo dos anos, acompanhando a evolução das mudanças sociais, culturais e trabalhistas. Em Taylor (1970), temos a competência com ênfase questões técnicas relacionadas ao trabalho e as especificações de cargo.

Para Prahalad e Hamel (1990), o conceito de competência está relacionado ao nível organizacional, definindo, ainda, as competências essenciais, que garantem vantagem competitiva sustentável em relação a outras organizações, gerando valor distintivo percebido pelos clientes e são difíceis de serem imitadas pela concorrência.

Segundo Sparrow e Bognanno (1994), a competência está relacionada a um conjunto de atitudes que possibilitam ao profissional adaptar-se rapidamente a um ambiente cada vez menos estável e ter uma orientação para a inovação e a aprendizagem permanentes.

A gestão de competências deve ser vista como um processo circular, envolvendo os diversos níveis da organização, desde o corporativo até o individual, passando pelo divisional e o grupal. O importante é que a gestão de competências esteja em perfeita sintonia com a estratégia organizacional (BRANDÃO, 2001).

Um ponto a ser investigado é como as EPPs podem desenvolver a estratégia de gestão por competência, obtendo diferencial competitivo, uma vez que o empresário divide o seu tempo entre os papéis de gestor (para assuntos do dia a dia) e empreendedor.

Nesse contexto, o grande desafio é como relacionar os recursos e esforços

aplicados em capital humano e medir o impacto dessa ação na inovação da empresa, uma vez que é possível visualizar a inovação como uma saída para o desenvolvimento e fortalecimento das pequenas empresas. A grande dificuldade na abordagem da inovação é estabelecer um instrumento de medição ao definir um processo de como inovar, de tal forma que seja contínuo e constante.

Schumpeter (1984), propõe-se uma ferramenta que relaciona as dimensões pelas quais uma empresa pode procurar caminhos para inovar. O modelo reúne quatro dimensões principais: ofertas criadas, clientes atendidos, processos e praça. Tais dimensões compõem a base de referência para se determinar a inovação.

Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006) percebem que as empresas procuram outros caminhos para alcançar patamares mais elevados de competitividade por meio da inovação. Esses autores propõem uma ferramenta denominada Radar de Inovação, que relaciona 12 dimensões pelas quais uma empresa se desenvolve em uma proposta de inovar seus produtos, processos, gestão. Os autores consideram quatro dimensões-chave: as ofertas criadas pela organização, os clientes atendidos, os processos usados e os locais utilizados para dispor suas ofertas ao mercado. No entanto, eles perceberam que as empresas procuram outros caminhos para alcançar patamares mais elevados de competitividade por meio da capacidade de inovar, assim incorporaram mais oito dimensões: plataforma, marca, soluções, relacionamento, agregação de valor, organização, cadeia de fornecimento e rede. Considerando a influência do clima organizacional ao desenvolvimento de uma cultura inovadora, Bachmann (2008) acrescentou a dimensão “ambiência inovadora” ao aplicar o radar da inovação.

O modelo proposto por Sawhney et al.(2006) possibilita uma mensuração mais abrangente da inovação organizacional. Uma vez que o Radar de Inovação apresenta essa visão mais ampliada de inovação, o Programa Agentes Locais de Inovação (SEBRAE, 2015) passou a adotá-lo na avaliação do grau de inovação de EPPs.

### 3 | METODOLOGIA

Esta pesquisa é exploratório e quantitativa e foi desenvolvida a partir dos resultados dos diagnósticos de inovação e organizacional de 120 EPPs, mediante preenchimento de formulários em um processo de entrevista estruturada, baseadas no Radar da Inovação. A amostra é igualmente distribuída em três grupos de 40 empresas dos setores da indústria de alimentos, móveis e confecções do estado de Pernambuco, selecionadas de modo não probabilístico por adesão, participantes do projeto Agentes Locais de Inovação (SEBRAE, 2015). Os setores foram escolhidos considerando-se a diferença natural entre eles, sobretudo, no tocante às possibilidades de inovar.

Os agentes de inovação do projeto SEBRAE (2015) utilizam-se de dois tipos de formulários para avaliar a maturidade da empresa: um para diagnóstico de inovação, composto por 40 construtos agrupados em 13 dimensões, das quais 12 coincidem com

as dimensões da inovação propostas por Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006) e mais a dimensão ambiência inovadora proposta por Bachmann (2008); e um para diagnóstico empresarial baseado no Modelo de Sistema de Gestão (MEG) da Fundação Nacional da Qualidade.

Com os dados dos diagnósticos de inovação e empresarial, foram obtidos o grau de desenvolvimento organizacional (GO) e o grau de inovação (GI) das empresas participantes da pesquisa. A partir dos dados obtidos, analisou-se a relação GO versus GI dos três grupos de 40 empresas.

#### 4 | ANÁLISE DOS DADOS

Na análise dos dados das empresas pesquisadas buscou-se relacionar os graus de inovação (GI) e de desenvolvimento organizacional (GO) dos três grupos de 40 empresas dos setores da indústria de alimentos, móveis e confecções.

Verifica-se pelo gráfico de dispersão na Figura 1 que há uma tendência representada por um grau de correlação entre GO e GI. Na Tabela 1, tem-se os dados de correlação entre GO e GI para os três setores analisados. Evidencia-se a existência de uma correlação linear positiva moderada entre as variáveis de cada setor, em decorrência dos diferentes graus de maturidade de cada empresa, mesmo àquelas que pertencem ao mesmo setor de atuação. Ao analisar-se a correlação de toda amostra, verifica-se uma correlação positiva forte de aproximadamente 0,60.

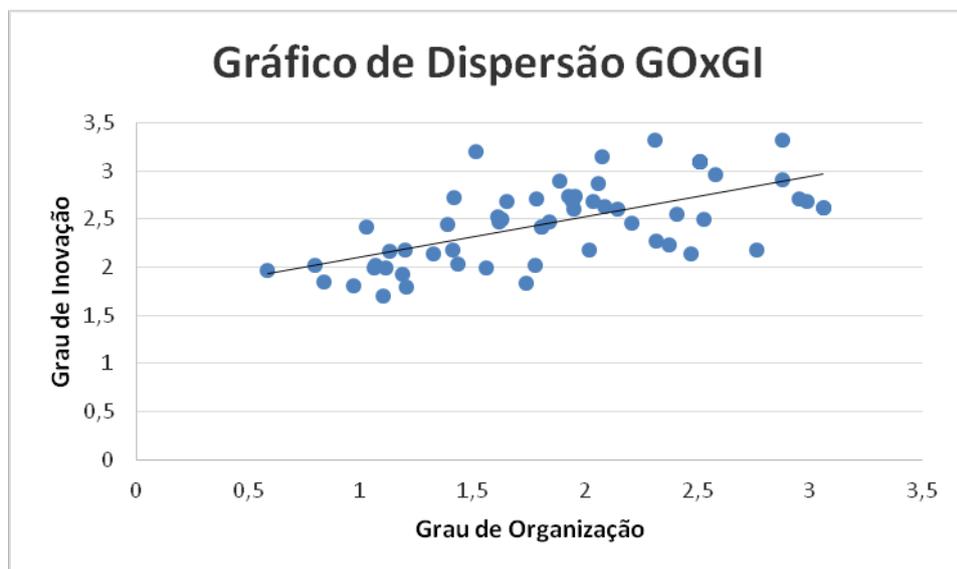


Figura 1 – Dispersão GO x GI

Fonte: Autores

Grupo	Correlação
Alimentos	0,5178351

Móveis	0,4010867
Confecções	0,5920313
Entre grupos	0,5981343

Tabela 1. Correlação entre as variáveis GI e GO.

Fonte: Autores

Conforme a escala de Bachmann (2008) para classificação das empresas quanto ao grau de inovação, em que o escore 1 indica empresa pouco ou nada inovadora; o 3, empresa inovadora ocasional; e o 5, inovadora sistêmica, verifica-se que as organizações analisadas apresentam-se, em sua maioria, entre os níveis 2 e 3 de GI, podendo ser avaliadas como inovadoras ocasionais (ver Figura 1).

Na Figura 2, pode-se observar a semelhança entre o comportamento do grau organizacional e de inovação, em que se aceita que GI e GO pertençam à mesma população, isto é, esses índices apresentam comportamentos similares para a amostra em estudo, confirmando o comportamento não linear das duas variáveis em questão. Podemos observar, ainda, que mesmo as empresas que apresentam GO em 60% da escala, ainda estão na região de classificação de empresas inovadoras ocasionais.

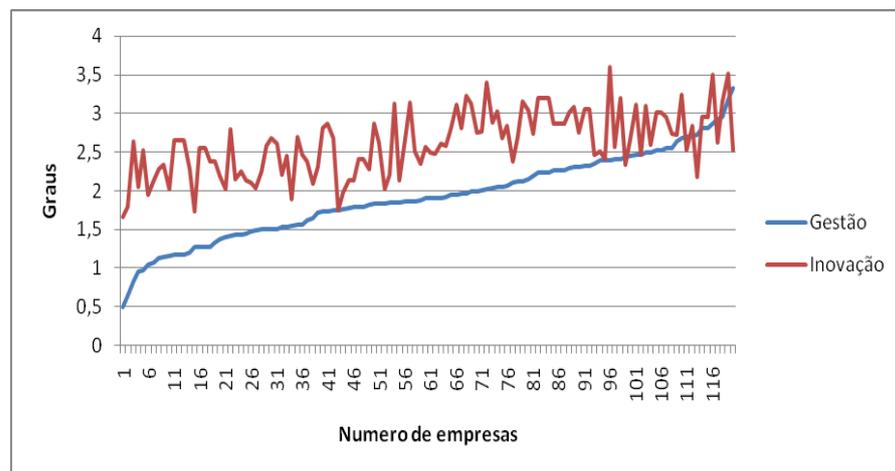


Figura 2 – Comportamento da série GO x GI

Fonte: Autores

Na Tabela 2 tem-se a quantidade de empresas agrupadas por níveis, considerando o gráfico de dispersão da Figura 1. Neste agrupamento, consideramos cada nível representado por um quadrado em um plano cartesiano, com um par de (GO, GI), assim, convencionou-se que o quadrado formado pelos pares (0,0), (1,0), (1,1) e (0,1) representa o nível 1; o quadrado formado pelo pares (0,1), (1,1), (1,2), (0,2) representa o nível 2, e assim sucessivamente. Podemos observar que 66,7% das empresas estão localizadas no nível 7, equivalente ao par (2,3); 22,5% estão localizadas no nível 11, equivalente ao par (3,3). Nestes níveis, conforme descrito anteriormente, as empresas

estão classificadas como inovadoras ocasionais.

Nível	Quantidade de Empresas	Nível	Quantidade de Empresas
1	0	9	0
2	2	10	0
3	3	11	27
4	0	12	20
5	0	13	0
6	5	15	0
7	56	15	1
8	5	16	1

Tabela 2 – Quantidade de empresas por níveis

Fonte: Os Autores

A Figura 3 mostra a quantidade de empresas alocadas por níveis, de acordo com os dados levantados na Tabela 2. Considerando 16 níveis, observamos que nos níveis 1; 4; 5; 9; 10; 13 e 14 não há dados de empresas, ficando esses níveis sem representação.

## 5 | CONCLUSÕES

O trabalho abordou as diferentes perspectivas de inovação e formas de mensuração da mesma, começando pelo critério proposto por Schumpeter (1984), chegando às modificações sugeridas por Bachmann (2008), com base nos estudos de Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006). Na vantagem competitiva enfatizamos a gestão por competências, focando no desenvolvimento dos recursos humanos para desenvolver a empresa.

Motivados pelas discussões relativas à estrutura organizacional, à gestão por competências e à sua influência da capacidade de inovar das EPPs, esta pesquisa buscou identificar a existência de correlação entre o grau de desenvolvimento organizacional (GO) e o grau de inovação (GI), a partir do radar de inovação definido por Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006).

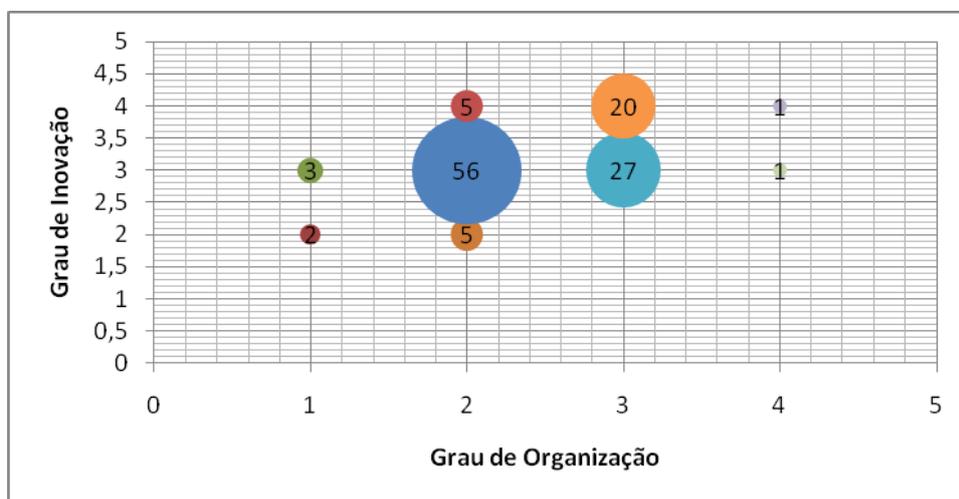


Figura 3 – Quantidade de empresa por nível

Fonte: Autores

Esta pesquisa foi desenvolvida a partir de uma amostra de 120 EPPs, distribuídas em três grupos de 40 empresas dos setores da indústria de alimentos, móveis e confecções do estado de Pernambuco, selecionadas de modo não probabilístico por adesão, participantes do projeto Agentes Locais de Inovação (SEBRAE, 2015). Os setores foram escolhidos considerando-se a diferença natural entre eles, sobretudo, no tocante às possibilidades de inovar.

Na análise dos dados das empresas pesquisadas, buscou-se relacionar os graus de inovação (GI) e de desenvolvimento organizacional (GO) dos três grupos de 40 empresas dos setores da indústria de alimentos, móveis e confecções. Verificamos uma tendência representada por algum grau de dependência entre GI e GO. Fica evidente a existência de uma correlação não linear entre essas variáveis em decorrência dos diferentes graus de maturidade de cada empresa, mesmo àquelas que pertencem ao mesmo setor de atuação.

Adotando a escala de Bachmann (2008) para classificação das empresas quanto ao grau de inovação, em que o escore 1 indica empresa pouco ou nada inovadora; o 3, empresa inovadora ocasional; e o 5, inovadora sistêmica, verifica-se que as organizações analisadas apresentam-se, em sua maioria, entre os níveis 2 e 3 de GI, podendo ser avaliadas como inovadoras ocasionais.

A constatação que a maioria das empresas pesquisadas são categorizadas como inovadoras ocasionais, é reforçada quando verificamos o número de EPPs que apresentam GI em torno de 3. Segundo dados obtidos, temos 69,2% de empresas pesquisadas nesse nível de maturidade.

Com o objetivo de tornar as empresas mais inovadoras, alguns programas de fomento são direcionados para as EPPs, procurando prestar consultorias através de metodologias próprias desenvolvidas para cada programa. As ações resultantes desses programas são baseadas em diagnósticos para identificar os pontos fortes e fracos das empresas.

O grande desafio desses programas é implantar a cultura da inovação nas empresas, de tal forma que as EPPs consigam permanecer inovadoras. Analisar se as empresas conseguem se manter ou avançar nos níveis de gestão e inovação, após o término do apoio dos programas, é de fundamental importância para avaliar se os modelos utilizados pelos programas de fomento conseguem gerar um diferencial competitivo nas EPPs.

O motor propulsor da inovação e diferencial competitivo das EPPs está na capacidade do empresário em desenvolver seus recursos humanos, delegar tarefas e mobilizar recursos para criar produtos, processos ou serviços inovadores. Além de implantar em sua empresa uma cultura de inovação contínua e constante.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE PROMOÇÃO A EXPORTAÇÃO E INVESTIMENTO APEX BRASIL. **Programa de Qualificação para Exportação (2016)**. < <http://www.apexbrasil.com.br/qualifique-sua-empresa-peix>>. Acesso em 08 de maio de 2017.

ARRÈGLE, J. L. **Le savoir et l'approche "resource based: une ressource et une compétence**. Revue Française de Gestion, n. 105, p. 84-94, sept./oct. 1995.

BACHMANN, D. Agentes locais de inovação. **Uma medida do progresso nas MPEs do Paraná**. Paraná: Sebrae, 2008.

BRASIL, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC). **Programa Brasil Mais Produtivo (2016)**. Acesso ao link < <http://www.brasilmaisprodutivo.gov.br/home.aspx>>. Acesso em 08 de maio de 2017.

BITENCOURT, C. C. **A gestão de competências gerenciais: a contribuição da aprendizagem organizacional**. 2001. Tese (Doutorado)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

BRANDÃO, Hugo Pena, GUIMARÃES, Tomás de Aquino. **Gestão de competências e gestão de desempenho: tecnologias distintas ou instrumentos de um mesmo construto?** São Paulo: RAE - Revista de Administração de Empresas, v. 41, n. 1, p. 8-15. Jan./Mar. 2001.

DUTRA, J. S. **Competências**. São Paulo: Atlas, 2004.

FLEURY, A.; FLEURY, M. T. L. **Estratégias empresarias e formação de competências**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

GARCIA, R., CALANTONE, R. **A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review**. Journal of Product Innovation Management 19(2): 110-132, 2002.

HAN, J.K., Kim, N.; Srivastava. R.K. **Market Orientation and Organizational Performance: Is Innovation a Missing Link?** Journal of Marketing 62(4): 30-45, 1998.

HAUSER, J., Tellis, G.J.; & Griffin, A. **Research on Innovation: A Review and Agenda for Marketing Science**. Marketing Science, v. 25, n.6, p.687-717, 2006.

HEENE, A., SANCHEZ, R. **Competence-based strategic management**. Chichester, England : John Wiley & Sons, 1997.

MCDERMOTT, C.M., O'CONNOR, G.C. **Managing radical innovation**: an overview of emergent strategy issues. *Journal of Product Innovation Management*, v.19, p.424-438, 2002.

MILLS, J. et al. **Competing though competences**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

PRAHALAD, C. K., HAMEL, G. **The core competence of the corporation**. Harvard Business Review, v. 68, n. 3, p. 79-91, May/June 1990.

SAWHNEY, M.; WOLCOTT, R. C.; ARRONIZ, I. **The 12 different ways for companies to innovate**. MIT Sloan Management Review, v. 47, n. 3, p. 75-81, 2006.

SCHUMPETER, J.A. **The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle**. New York, Oxford University Press, 1984.

SEBRAE. **Projeto agente local de inovação (ALI) em Pernambuco**. 2015-2017. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pe/sebraeaz/agentes-locais-de-inovacao,ad4f1a5f5387e410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Acesso em: 1º maio de 2017.

SPARROW, P. R., BOGNANNO, M. **Competency requirement forecasting**: issues for international selection and assessment. In: MABEY, C., ILES, P. (Orgs.). *Managing learning*. London : Routledge, 1994. p. 57-69.

STEWART, T. A. **Capital intelectual**: a nova vantagem competitiva das empresas. Rio de Janeiro : Campus, 1998.

TAYLOR, F. W. **Princípios de administração científica**. São Paulo : Atlas, 1970.

TAYLOR, S., BEECHLER, S., NAPIER, N. **Toward an integrative model of strategic international human resource management**. The Academy of Management Review, v. 21, n. 4, p. 959-985, Oct. 1996.

WRIGHT, R., VAN, W. G., BOUTY, I. **Les principes du management des ressources fondées sur le savoir**. Revue Française de Gestion, n. 105, p. 70-75, sept./oct. 1995.

## ALINHAMENTO ESTRATÉGICO ENTRE A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E O PLANEJAMENTO DOS NEGÓCIOS BASEADO NA GESTÃO DE TI

**Rafael Nunes de Campos**

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos.

São Carlos – SP.

**Íris Bento da Silva**

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos.

São Carlos – SP.

**RESUMO:** Desde muito diz-se do potencial estratégico da Informação, o que se comprova com o ganho de vantagem competitiva e o tratamento de ineficiências do negócio. Alinhar o Planejamento da Tecnologia de Informação (TI) aos Planos do negócio surge como razão para o destaque organizacional. Este artigo apresenta um estudo de caso baseado na experiência de uma indústria do setor de acionamentos e transmissões no processo de Alinhamento Estratégico e busca pela integração do conhecimento. Analisa-se o potencial de TI na gerência dos processos operacionais, dado sua natureza sistêmica e caráter inovador. Com base na revisão dos modelos clássicos de alinhamento da literatura, apresenta-se o pano de fundo das empresas do setor e a maneira prática de levar esses conceitos a cabo, aplicando técnicas e ferramental de TI na busca pela vantagem competitiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Alinhamento Estratégico.

Gestão de TI. Automação integrada do conhecimento.

**ABSTRACT:** The strategic potential of Information has been discussed for a long time, which was proved by the competitiveness gain and treatments of business inefficiencies. Aligning Information Technology (IT) Planning with Business Plans became one of the reasons for organizational prominence. This article presents a case study based on the experience of an industry in the field of drives and transmissions into the process of Strategic Alignment and search for knowledge integration. It analyzes the IT potential in the management of the operational processes, given its systemic nature and innovative character. Based on the review of the classic models of literature alignment, it presents the background of the companies in the sector and the practical way to carry these concepts out, applying IT techniques and tools in the search for competitive advantage.

**KEYWORDS:** strategic alignment, IT management, knowledge automation integrated

### 1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do setor de transmissões e acionamentos industriais no

Brasil se deu principalmente, em torno das usinas sucroalcooleiras, das mineradoras e das indústrias de energia. A concentração dessas variadas demandas no interior do país e a tardia introdução de plantas multinacionais fez florescer pequenas e médias empresas de caráter regional, cuja natureza era atender às solicitações específicas do mercado. Consolidou-se assim, um posicionamento tradicional baseado em necessidade, no qual a proximidade da prancheta com a aplicação, permitia projetos fortemente singulares que atendiam clientes com necessidades diferentes (MITZBERG & QUINN, 2001).

A entrada de empresas estrangeiras representou, além da expansão participativa do setor, uma tomada a contramão do que havia se apresentado. Seguindo as diretrizes internacionais da globalização, projetos totalmente definidos por padrão não encontraram grande concorrência tornando-se a alternativa mais eficaz e barata. Produtos modulares para diferentes aplicações, com maior arsenal técnico foram, outrossim, responsáveis pelo melhor desempenho dessas companhias, determinando rumos diferentes até a liderança do setor. Para sobreviver nesse contexto, coube às empresas nacionais o dilema de acompanhar o novo perfil consumidor, ou ocupar as lacunas dos projetos com maior grau de especificidade.

De acordo com Porter (2003), as alternativas estratégicas de uma empresa são relacionadas, sobremaneira, à forma como os concorrentes se posicionam no âmbito em que atuam. Assim, operar deliberadamente de forma distinta, buscando equilíbrio no planejamento empresarial, corrobora posições estratégicas mais competitivas e sustentáveis (MITZBERG & QUINN, 2001). O maior empenho se dá, portanto, em dividir-se para produzir de maneira padronizada, atendendo grandes fluxos consumidores de maneira eficaz, a preços unitários menores; prezando também pelas necessidades específicas de clientes dispostos a pagar mais por produtos com maior valor agregado.

Para o ambiente interno, os desafios gerados por essa visão são enormes. A produção seriada exige projetos mais enxutos, manufaturas mais eficientes e amplo respaldo técnico perante as solicitações do mercado. Todavia, por agregar mais valor ao produto, projetos especiais levam mais tempo de engenharia, alteram a programação da fábrica e possuem, de certa forma, caráter empírico para cada aplicação. O sucesso desse plano em cenários cada vez mais competitivos decorre consideravelmente, do resultado de um Planejamento Estratégico e da Gestão das Informações, consolidando o conhecimento empresarial de maneira mais determinística. O desenvolvimento inovador e a rapidez na resposta às solicitações, determinantes para a sobrevivência de uma estratégia bem orientada, derivam do entendimento sobre os fatores de êxito e dificuldades internas, além das oportunidades e ameaças externas (FALSARELLA & JANNUZI, 2017).

A transição de um fluxo de trabalho orientado em projetos especiais para uma visão composta por projetos padrão e especiais pode gerar disfunções nos departamentos responsáveis pelo desenvolvimento do produto. Em uma empresa de

médio-porte, tradicional no setor e foco deste caso, a mudança na visão estratégica agravou circunstâncias que haviam sido até então inexpressivas. Pelo menos 80% do trabalho de rotina do setor de Pesquisa e Desenvolvimento se concentrava na execução de projetos especiais, voltados principalmente à concepção em CAD. O aumento em número e diversidade das solicitações por produtos padrão sobrecarregou o departamento com solicitações de produtos padronizados em catálogo que por ventura não estavam totalmente determinados em projeto.

Além disso, a estruturação tradicional referida por Vasconcellos (1989, citado por PERROTTI, 2004), nativa de ambientes estáveis com atividades repetidas, dificultava uma gestão do conhecimento mais eficaz devido ao alto grau de formalização, a comunicação vertical e as formas tradicionais de departamentalização vertical. De forma direta, a tomada de decisão era poucas vezes tomada de forma instantânea tomando em conta determinações de diferentes áreas de fundamento, e a formação do conhecimento feita separadamente, ou com poucos graus de integração, por cada departamento. Torna-se evidente, portanto, que o alinhamento estratégico das operações de desenvolvimento da empresa passa pela mudança da Gestão do Conhecimento (GONZALEZ & MARTINS, 2017) e pela interligação entre os objetivos e capacidades do negócio por uma gerência ligada a Tecnologia da Informação (TI) como ferramenta de suporte a vantagem competitiva (AFFELDT & VANTI, 2009).

## 2 | QUADRO TEÓRICO

### 2.1 Planejamento Estratégico

De acordo com Porter (2003), a construção clássica de uma estratégia competitiva compreende a maneira com que a companhia se posiciona no mercado, como pretende competir, quais os objetivos e como busca atingi-los. Assim, o conceito de estratégia deve ser usado como orientação do comportamento da empresa, alinhando as políticas de cada atividade para alcançar os objetivos traçados, levando-se em conta as capacidades do negócio. As habilidades frente aos competidores, os recursos financeiros, o desenvolvimento tecnológico e o peso da marca, são características da expressividade da firma e, bem como os valores pessoais da organização, que dizem respeito às motivações e necessidades executivas, correspondem aos fatores internos da companhia no sucesso da estratégia de negócio. O posicionamento da empresa e de seus concorrentes no setor, e os riscos e oportunidades que derivam desse cenário de competição e do impacto social das políticas e desdobramentos da visão estratégica são descritos como fatores externos.

A partir de um conjunto deliberado de decisões integradas é possível representar a estratégia através de um plano formal para difundir estes elementos estratégicos. Denomina-se Planejamento Estratégico do Negócio (PEN) tal programa de decisões, estruturadas nas visões de diversas fontes de um processo, proposto a prestar suporte

ao pensamento e a articulação estratégica (AFFELDT & VANTI, 2009). Resultante desse processo, buscando agregar valor às estratégias organizacionais, o uso da TI se faz fundamental para o sucesso do planejamento (FALSARELLA & JANNUZI, 2017).

De acordo com Affeldt e Vanti (2009), o Planejamento Estratégico de TI (PETI) decorre de modo semelhante, a partir da implantação do ferramental de TI no suporte a estratégia do negócio, através de um plano formal baseado nas necessidades dos usuários. É importante ressaltar que, embora o planejamento de TI não provoque ganhos por si só, pode trazer vantagem competitiva para a organização se mostrar-se alinhado estrategicamente ao Planejamento do Negócio (FALSARELLA & JANNUZI, 2017). Todavia, relacionar as políticas e metas da organização aos serviços de informação e divulgação do conhecimento tem sido considerado tarefa de certa complexidade.

## 2.2 Alinhamento Estratégico (AE)

Compreendendo-se as deliberações do posicionamento empresarial e as capacidades estruturais para implementação do PEN como conceitos derivados da visão estratégica, pode-se definir alinhamento estratégico a partir de dois pressupostos fundamentais segundo Henderson e Venkatraman (1993). O primeiro diz respeito a habilidade da gestão em produzir ajustes estratégicos na estrutura da organização de modo a sustentar o posicionamento da firma no cenário competitivo e nos objetivos estratégicos levando-se em conta a integração funcional, pelas limitações internas e de mercado. E o segundo, considera o caráter dinâmico desse ajuste, intrínseco a inconstância das variáveis da equação, tornando o alinhamento estratégico um processo de adaptação e mudança contínua, levando ao aumento na performance organizacional.

O alinhamento estratégico entre TI e o posicionamento do negócio se dá pela condição assistiva de TI que incita a de automatização processos, dá apoio aos planejamentos e decisões operacionais, relacionando-se à gestão do conhecimento e aos sistemas de informação, e por fazer parte dos processos do negócio com caráter transformador no sentido do ambiente e dos da estrutura empresarial. Abetti (2001, citado por AFFELDT & VANTI, 2009) considera competências do uso tecnológico no planejamento estratégico pelo caráter reativo, servindo como base ferramental; pela capacidade incitadora de comportamentos proativos; e pelo caráter condutor das estratégias empresariais. Essas características e a plasticidade das decisões se relacionam com os diversos graus de alinhamento encontrado na prática empresarial.

De maneira sintética, num primeiro estágio desenvolve-se a integração funcional das atividades, relacionando o planejamento de TI com base nas definições operacionais do planejamento do negócio. Num segundo, busca-se o ajuste estratégico em níveis mais altos de gestão, podendo haver até o redirecionamento do negócio por meio da TI. O PEN e PETI deveriam ser nesse caso formulados simultaneamente a fim de

apoiar as estratégias do negócio e identificar oportunidades para ganho de vantagem competitiva (BRODBECK & HOPPEN, 2002). Affedlt e Vanti (2009), tomando como base o alinhamento entre o Planejamento dos Negócios (PEN) e o Planejamento de TI (PETI), produziram uma ampla revisão bibliográfica sobre o tema, possibilitando o estudo dos modelos de negócio de maior relevância no sentido operacional e de Gestão de Conhecimento, que mais se relacionam ao desenvolvimento empírico deste caso.

### 2.3 Modelo de Alinhamento de Leavitt (1965)

Precursor da relação estratégica entre TI e negócios, o modelo de Leavitt apresenta quatro variáveis fundamentais no sistema de funcionamento de uma organização, como apresentado na Figura 1. As atividades operacionais com finalidade produtiva de bens ou serviços, “razão de existência” de um negócio, são descritas como tarefas. Os agentes envolvidos, em qualquer nível, na execução dessas tarefas são descritos como atores. A tecnologia relaciona-se ao ferramental de suporte às operações e a solução direta dos problemas organizacionais. E por fim a estrutura, associação do fluxo dos processos, dos sistemas de informação e da autoridade. A partir do ajuste desses fatores, considerando seu caráter interdependente, é possível alcançar vantagem competitiva pelo alinhamento estratégico. Esse modelo serviu como base para outros, porém é considerado limitado pela realidade de seu tempo voltado às atividades operacionais e tarefas específicas dentro de um contexto em detrimento de arranjos operacionais mais complexos.

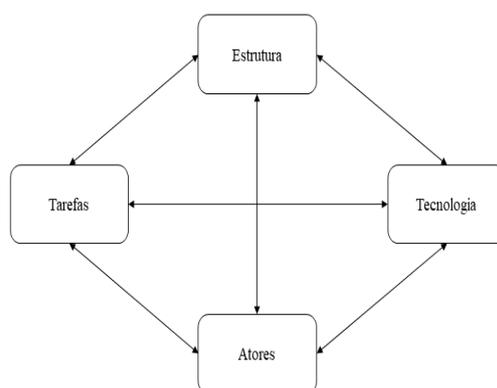


FIGURA 1 - Modelo de Alinhamento de Leavitt.

Fonte: adaptado de Leavitt (1965).

### 2.4 Modelo de Alinhamento de Rockart e Morton (1984)

Como mostrado na Figura 2, o modelo é orientado essencialmente por Leavitt (1965), ajustando para cinco as componentes do equilíbrio do negócio. Modifica-se o conceito anterior de tarefa para estratégias organizacionais compreendendo, de certa forma, a soma de todas as atividades desenvolvidas como parte estratégica, e se

introduz os processos de gestão incluindo as funções gerenciais e administrativas como ponto central de relação entre os elementos. Estabelece também a influência do ambiente competitivo nos fatores internos da companhia expostos com diferentes intensidades às matrizes externas de caráter socioeconômico e tecnológico. E, como considera Prado Jr. (2004), associa o conceito de cultura corporativa a estrutura na tentativa de explicar como empresas similares quanto a recursos e composições podem apresentar resultados diferentes em desempenho. O modelo corrobora o equilíbrio dinâmico no ajuste estratégico, porém destaca o uso da informação não apenas para seguir essa adequação, mas também para sugerir novas oportunidades e práticas gerenciais. De alguma forma, os autores julgam que a gestão de TI é responsável apenas pela questão tecnológica para o equilíbrio do sistema, conferindo novas ferramentas e formas de operação numa das três categorias de mudança para o AE. As demais correspondem a mudança estrutural, no que se refere a alteração do projeto da empresa nas tarefas organizacionais e estruturais, e a mudança comportamental expandindo a capacidade técnica e o comportamento social, de certa forma conectados (AFFELDT & VANTI, 2001).

Este modelo se relaciona principalmente às mudanças que TI permitiu no caráter produtivo das companhias a partir da integração dos processos fabris pelos softwares de CAD e CAM, pelas plataformas de simulação e desenvolvimento, e pelo estabelecimento do trabalho baseado em redes de informação. Proporcionou-se, desse modo, uma maior integração entre as funções de departamentos e até de organizações, alterando-se as capacidades e reais vantagens oriundas do alinhamento estratégico de TI. Tais mudanças, por fim, provocaram alterações nos processos gerenciais e na estrutura das organizações dando segmento a maneira de pensar em TI associada a visão estratégica (PRADO JR, 2004).

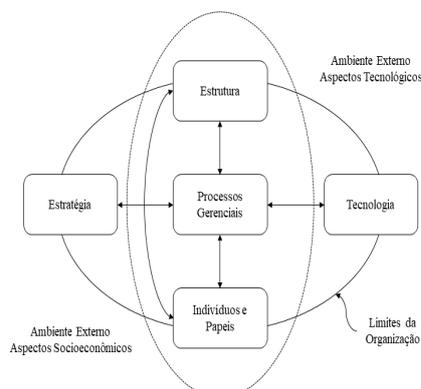


FIGURA 2 - Modelo de Alinhamento de Rockart e Morton.

Fonte: adaptado de Rockart & Morton (1984).

## 2.5 Modelo de Maturidade do Alinhamento Estratégico

Das abordagens que se seguiram desses modelos clássicos, uma conclusão de certa forma comum é a de que o processo de alinhamento se dá em etapas. Chan e Huff (1993) consideram três níveis de alinhamento. A percepção e o reconhecimento da importância dos serviços de informação nos negócios caracterizam o primeiro e mais acessível dos estágios de alinhamento por se tratarem de conclusões decorrentes do pensamento estratégico. O segundo é considerado pela relação do planejamento de TI aos negócios e do planejamento dos negócios à TI o que, respeitando-se as variações em cada cenário, diz respeito a discussão estratégica do alinhamento. Por fim, o próprio alinhamento, quando a integração se faz mais abrangente e em complexidade superior, considerando os serviços de informação no ajuste organizacional.

Brodbeck e Hoppen (2002) concebem diversos níveis de alinhamento, mas destacam dois para seu desenvolvimento. O primeiro, de integração operacional entre o planejamento de TI e dos negócios, em que inicialmente as necessidades do plano de negócios determinam a operacionalização de TI, o que posteriormente é feito de maneira simultânea, ou seja, o planejamento de TI e dos negócios caminham a fim de completar-se um ao outro. Como citado pelos autores, Henderson e Venkatraman (1993) e Chan (1999) caracterizam esse estágio pelas particularidades nas demandas e funções em nível operacional onde TI atua para dar suporte. O segundo estágio é considerado pela integração em níveis superiores da gestão, incorporando-se estratégias, objetivos e competências fundamentais do negócio ao planejamento de TI para maior ajuste estratégico.

O modelo de Maturidade do Alinhamento Estratégico de Luftman (2003) propõe a obtenção gradual do AE, conforme as capacidades da organização. Por meio da aplicação de diversos critérios se classifica a maturidade da empresa no processo de alinhamento estratégico. Desse modo, a partir da avaliação de TI e dos setores do negócio é possível localizar o grau de alinhamento em diferentes estágios.

Como cenário preliminar, o autor considera uma organização sem alinhamento, onde não há nenhum tipo de ajuste ou estratégia aplicada em TI. Como segundo estágio, as ações tomadas possibilitam a identificação de novas oportunidades estratégicas e indicam o início do comprometimento da organização com o AE por meio de um processo disciplinado. No terceiro estágio há passa a haver maior integração no planejamento de TI aos negócios e um maior foco dos processos por uma padronização operacional mais consistente com a estratégia do negócio. No quarto, o gerenciamento do processo passa a ser previsível suportado pelas decisões tomadas pela TI, que começa a atuar na frente de inovação e busca pela vantagem estratégica. No último estágio, o autor considera um alinhamento completo, onde TI é responsável não apenas por fornecer dados para a gestão dos negócios, mas também, por identificar estratégias e intervir no planejamento dos negócios. Desse modo, TI passa a redirecionar os planos da organização na busca pela vantagem competitiva,

podendo também, ser modificada para atender os objetivos da empresa.

### 3 | O ESTUDO DE CASO

Este estudo acompanha o programa adotado por uma empresa nacional de médio-porte do setor de acionamentos e transmissões na busca de vantagem competitiva a partir de mudanças estratégicas. O cenário de fundo, apresentado anteriormente, descreve características que se consolidaram no mercado. O desenvolvimento dessas empresas, que no Brasil se posicionam em mais de um caso de maneira semelhante, se deu sobre produtos com alto grau de especificidade, acreditando-se na dominância dessa abordagem frente aos projetos totalmente definidos. A introdução de plantas multinacionais de grande porte caracterizadas pelas linhas de produto padrão com algum grau de versatilidade, expandiu a participação do setor mudando o conceito de valor para a maior parte do mercado. Competir em prazo e preço com projetos que consomem grande tempo de engenharia, passou a ser um grande desafio para as empresas tradicionais.

No objeto do estudo, observa-se um departamento de TI bastante desenvolvido, com grande capacidade na documentação de dados, coleta de informações e análise do negócio. E, ainda que não esteja alinhado totalmente ao caráter operacional do negócio, atua na tomada de decisão no planejamento estratégico, de modo concordante com o segundo estágio do AE descrito por Chan e Huff (1993). O planejamento de TI se orienta aos planos do negócio e é orientado por este, sem envolvimento operacional ou grandes preocupações quanto ao formalismo teórico.

A partir de suas designações, desenvolveu-se pelo planejamento de TI uma análise quantitativa do caráter das solicitações a partir do histórico de negócios dos últimos anos. Através dela, foi verificada uma crescente demanda por produtos padrão de catálogo que se equiparavam financeira e qualitativamente à parcela ocupada por produtos com alto grau de especialidade, correspondendo a uma oportunidade de avanço estratégico nesse sentido. Do ponto de vista dos negócios, a partir de análises e planejamentos da gerência executiva verificaram-se as capacidades do negócio e pontos de possível ineficiência nos setores operacionais da empresa. A partir do alinhamento de TI que se mobilizou de modo a identificar novas oportunidades, e da determinação do plano de ação imediato pelos gestores do negócio, determinou-se um posicionamento estratégico em ambas direções, isto é, com interesse em atender substancialmente projetos de maior porte e grau de complexidade, mas expandindo-se a participação e o desenvolvimento dos produtos de linha em igual ou maior relevância.

Como previsto, decorreu dessa colocação uma incapacidade de alguns departamentos em simplesmente se dividirem estrategicamente. Adaptado a projetos mais complexos que permitiam tempos de resposta menos apertados e exigiam maior dedicação, o setor de engenharia experimentou, a partir das determinações estratégicas,

uma gestão por TI. Essa tentativa visava a integração não apenas de TI aos setores operacionais, mas também a contramão dos setores operacionais à TI, que possui essencialmente características motivadoras para a inovação e apoiam o negócio com ferramentas organizacionais mais interessantes. Nessa empresa, o departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) tem por função além do desenvolvimento de produto, fornecer desenhos e documentos técnicos para os clientes durante fase de orçamento e efetiva compra, bem como descrever para os demais setores a lista de peças, desenhos completos das peças fabricadas e referencial de cálculo a partir do conhecimento teórico e prático do próprio departamento e seus colaboradores. Cada linha de produto desenvolvida pela engenharia possui uma célula de trabalho focada na execução dessas tarefas rotineiras, chamadas aqui de células principais. Há uma célula de trabalho responsável pelo cadastro de novos itens e interface entre o desenvolvimento de novos produtos e peças com as demais operações do negócio, que se relaciona ao principal banco de dados do departamento. E ainda, existe uma célula de inovação responsável pela execução de pedidos com alto grau de complexidade, chamada de célula de desenvolvimento.

O fluxo de trabalho do departamento se inicia a partir de demandas do departamento de Vendas e Exportação. Todas as solicitações de orçamento ou ordens de venda são definidas de acordo com grau de especialidade. Se todas as informações referentes ao pedido são definidas em projeto ou se encontram nos bancos de dados dos departamentos, nenhum esforço humano é requerido pelo sistema. Caso alguma ou nenhuma informação não estejam definidas nem se encontrem nos bancos de dados é necessário custo operacional para liberação desses recursos. Dentro do departamento de P&D, as solicitações são atendidas primeiramente pela célula relacionada ao banco de dados da engenharia e podem ser encaminhadas para as células principais de cada linha, no caso de pedidos de complexidade baixa ou média, para a célula de desenvolvimento se demandarem redimensionamentos ou cálculos de projeto, ou podem ser liberadas para as próximas etapas do fluxo organizacional, caso se encontrem em algum nível definidas no banco de dados. O aumento expressivo nas solicitações de produtos padrão salientou a falta de documentação técnica embasamento teórico desses produtos. Muitos produtos encontrados em catálogo não estavam totalmente definidos nos bancos de dados da empresa e mesmo neste caso, os dados técnicos fornecidos não satisfaziam as demandas do mercado, comprometendo a vantagem da estratégia não só do ponto de vista dos produtos de linha, mas também dos produtos especiais.

Buscando eliminar essas ineficiências para o alcance da vantagem competitiva a gestão implantada determinou duas metas: a extinção do trabalho de engenharia sobre documentos e dados técnicos de produtos padronizados em catálogo e a busca contínua por pesquisa e inovação dessa categoria de produto. Valendo-se das ferramentas de TI, o primeiro passo tomado foi na direção de criar uma biblioteca de desenhos para todos os produtos em catálogo numa interface direta com o cliente

que permitisse a geração automática e a padronização dos documentos. Análises por *benchmarking* das soluções adotadas e softwares empregados na concorrência determinaram a melhor estratégia de operação e software que coincidia com as condições descritas e *know-how* tanto de TI quanto do departamento de P&D. Por meio de reuniões com os departamentos de Vendas e Exportação e Marketing encontraram-se itens fundamentais e qualidades indispensáveis na entrega dos documentos, que motivaram e garantiram a qualidade dos arquivos criados no novo banco de desenhos desenvolvido para atender as solicitações automaticamente.

A implementação do banco de desenhos significou uma diminuição de quase 20% na quantidade de solicitações técnicas que entravam na engenharia. No começo do projeto, cerca de 60% dos desenhos emitidos pela empresa eram executados automaticamente, esse número por fim alcançou 80%. O esforço serviu também para as solicitações de baixa ou moderada complexidade, já que os arquivos 3D e 2D criados puderam servir de base, diminuindo não apenas o número de solicitações registradas para a engenharia, bem como o tempo de resposta. Além disso, buscando um alinhamento estratégico gradual das operações do negócio, o desenvolvimento da fundamentação teórica passou a acontecer e a implantação do mesmo software usado no processo de geração automática vem se prestando para realizar maior integração do projeto entre engenharia de desenvolvimento e de processos na padronização dos documentos e de modo a garantir maior troca de conhecimento. Graças a diminuição da carga de tarefas rotineiras no fluxo de trabalho do setor, o alinhamento operacional permitiu a evolução de pesquisas em engenharia voltadas ao produto e seus serviços, que vem sendo aplicadas no desenvolvimento de novas linhas.

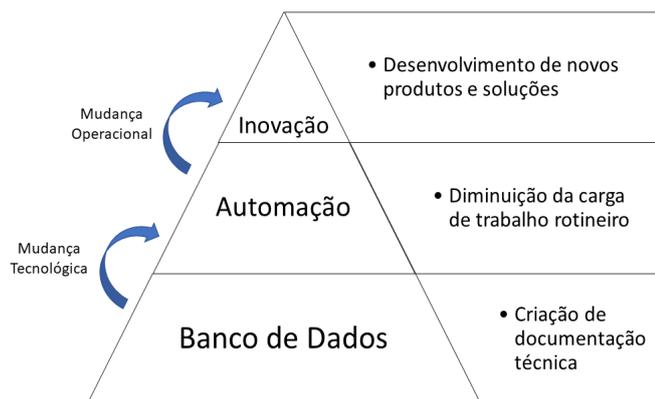


FIGURA 3 - Metas da Gerência de TI.

Fonte: Autores.

Esse processo tem relação e se assemelha em grande parte pelo modelo de Rockart e Morton (1984). O processo de gestão de TI comporta-se de maneira central no modelo de alinhamento buscando adequar a estrutura organizacional às

estratégias do negócio definidas com base no pano de fundo externo: as posições de mercado e o contexto socioeconômico. Além disso, possui natureza inovadora associada a aquisição e desenvolvimento de novas tecnologias levando-se em conta as tarefas operacionais, os indivíduos e a estratégia competitiva. Observando-se na prática a mudança tecnológica permitida pela aquisição de novas ferramentas e novos processos operacionais, a mudança estrutural pelo aumento da carga livre de engenharia modificando as capacidades do departamento e permitindo maior integração interdepartamental a nível de projeto, e a mudança comportamental pelo incentivo no desenvolvimento técnico e busca por novas maneiras de transmissão de conhecimento entre pessoas.

#### 4 | CONCLUSÃO

O alinhamento estratégico permitiu a busca de vantagens competitivas incentivando o desenvolvimento operacional e identificando oportunidades de negócio. Apresentou-se, todavia, de maneira mais orgânica e pouco menos conceitual no ambiente corporativo, haja visto as dificuldades de determinação do grau de alinhamento e o desejo natural por alinhar os processos da empresa com a estratégia, buscando vantagem competitiva. Os ganhos decorrentes do alinhamento de TI aos planos do negócio foram consideráveis. O controle da informação da estrutura geral da empresa, os dados da atuação e o suporte técnico pela análise e introdução de ferramentas operacionais permitiu a identificação de oportunidades, ineficiências e principalmente auxilia ou dá maior embasamento na tomada de decisão para o ajuste competitivo.

A experiência observada pela gestão de TI compartilhada com os setores operacionais se mostrou relevante, permitindo integração do caráter inovador e do *know-how* de TI no confronto dos desafios rotineiros e na estrutura de trabalho. Neste caso o ganho com automação, ferramenta sempre considerada em TI, permitiu desenvolvimentos em outros aspectos relacionados ao setor como a inovação e a padronização, com conseqüente maior qualificação, do conhecimento gerado. Acredita-se que visão de TI sobre os negócios permite abordagens isentas aos problemas integrando demais áreas da empresa, tendo em vista o alinhamento estratégico e a capacidade gerencial da inovação e do conhecimento.

#### REFERÊNCIAS

ABETTI, P. A. **The Impact of Technology on Corporate Strategy and Organization: Illustrative Cases and Lessons**. IJTM in Role of Technology in Corporate Policy. New York. 2001.

AFFELDT, F. B., & VANTI, A. A. **Alinhamento estratégico de tecnologia da informação: uma análise de modelos e propostas para pesquisas futuras**. Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação, 6(2), p.203-226. 2009.

BRODBECK, A., & HOPPEN, N. **Alinhamento estratégico entre os Planos de Negócio e de Tecnologia de Informação: Modelo Operacional para Implementação.** *Anais do 26º Encontro da ANPAD*, Salvador, BA, Brasil. 2002.

CHAN, Y., & HUFF, S. L. **Strategic Information Systems Alignment.** *Ivey Business Journal*, 58(1), 51-55. 1993.

FALSARELLA O. M., JANNUZZI, C. A. S. **Planejamento Estratégico e Planejamento de Tecnologia de Informação e Comunicação: uma abordagem utilizando projetos.** *Gestão & Produção*, São Carlos, v.24, n.3, p.610-621, 2017.

GONZALEZ, R. D., & MARTINS, M. F. **Processo de Gestão do Conhecimento: uma pesquisa teórico-conceitual.** *Gestão & Produção*, São Carlos, v.24, n.2, p.248-265, 2017.

HENDERSON, J. C., & VENKATRAMAN, N. **Strategic Alignment: Leveraging Information Technology for Transforming Organizations.** *IBM Systems Journal*, 32(1), 4-16. 1993.

LEAVITT, H. J. **Applied organizational change in industry: structural, technological, and humanistic approaches.** In MARCH, James G. *Handbook of organizations*. Chicago: Rand McNally & Co., Cap 27, p.1144-1170. 1965.

LUFTMAN, J. **Assessing IT/Business alignment.** *Information Systems Management*, 20(4), 9-15. 2003.

MINTZBERG, H., & QUINN, J. B. **O processo da Estratégia.** Porto Alegre: Bookman. 2001.

O'BRIEN, J. A., & Marakas, G. M. **Introduction to information systems.** Boston: McGraw-Hill. 2007.

PRADO JR., S. T. **A evolução dos conceitos associados ao alinhamento entre a Gestão de TI e a Estratégia de Negócios.** *Anais do 28º Encontro da ANPAD*, Curitiba, PR, Brasil. 2004.

PERROTTI, E. **Estrutura Organizacional e Gestão do Conhecimento.** Dissertação (Mestrado em Administração) - FEA-USP, São Paulo. 2004.

PORTER, M. E. **Competitive Strategy: Techniques for analyzing industries and competitor.** New York: Simon & Schuster. 2003.

VASCONCELLOS, E. **Estrutura das Organizações.** São Paulo: Pioneira, 2ed. 1989.

## COACHING: UMA REVISÃO DA LITERATURA

### **Maria de Fatima do Nascimento Brandão**

Universidade Federal Fluminense – UFF  
Niterói – Rio de Janeiro

### **Níssia Carvalho Rosa Berginate**

Universidade Federal Fluminense – UFF  
Niterói – Rio de Janeiro

**RESUMO:** O *coaching* é uma ferramenta para o aprimoramento de competências que reúne conhecimentos, e técnicas de diversas ciências e áreas, como Neurociência, Administração, Programação Neurolinguística (PNL), Psicologia, Antropologia, Sociologia. Seu objetivo é levar o indivíduo ao estado desejado tanto por ele mesmo como pela organização, através de mudanças e transformações sustentáveis, com foco no aumento da *performance* e na aceleração de resultados. Sendo assim, a questão que se buscou responder neste estudo foi a seguinte: como se compõe a produção científica sobre *coaching*? Logo, o objetivo desta pesquisa é realizar uma revisão da literatura sobre *coaching*, abordando aspectos como: evolução, definições, benefícios, intervenção, ferramentas e nichos. Para tal, foi empregada a pesquisa qualitativa, realizada por meio pesquisa bibliográfica, em quatro etapas: elaboração de uma lista de palavras-chave; revisão das fontes secundárias; pesquisa em fontes primárias; e leitura crítica

e síntese da literatura. Foi possível concluir que os diversos subtemas que compõem este campo de conhecimento ainda estão muito dispersos, carecendo de publicações que reúnam as diversas abordagens em uma mesma obra. Também se constatou a importância de estudos tendo como foco o *coaching* aplicado às instituições públicas brasileiras, em função de existência de raros trabalhos empíricos que abordem essa perspectiva em profundidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Coaching*. Revisão da Literatura.

### **COACHING: A LITERATURE REVIEW**

**ABSTRACT:** Coaching is a tool for the improvement of competences that brings together knowledge and techniques from different sciences and areas, such as Neuroscience, Administration, Neurolinguistic Programming (NLP), Psychology, Anthropology, Sociology. Its goal is to bring the individual to the state desired by both himself and the organization, through sustainable changes and transformations, with a focus on increasing performance and accelerating results. Thus, the question that was sought to answer in this study was the following: how is the scientific production on coaching composed? Therefore, the objective of this research is to review the literature on coaching, addressing aspects

such as: evolution, definitions, benefits, intervention, tools and niches. For this, the qualitative research was carried out, through a bibliographical research, in four stages: elaboration of a list of keywords; review of secondary sources; research on primary sources; and critical reading and synthesis of the literature. It was possible to conclude that the various sub-themes that compose this field of knowledge are still very dispersed, lacking publications that bring together the different approaches in the same work. It was also verified the importance of studies focusing on coaching applied to Brazilian public institutions, due to the existence of few empirical studies that approach this perspective in depth.

**KEYWORDS:** Coaching. Literature revision

## 1 | INTRODUÇÃO

Envolvidas em ambientes turbulentos e competitivos, enfrentando problemas inéditos, que requerem soluções criativas e inovadoras, as organizações necessitam, então, cada vez mais, do comprometimento dos seus colaboradores, que os seus membros tenham espírito de entrega e orientação para desempenhos elevados (REGO, 2002).

Assim, as organizações devem buscar meios para que os funcionários trabalhem de modo a produzir com maior conhecimento e envolvimento no que faz. Isso envolve investimento em inovação, flexibilidade administrativa, redimensionamento de ativos tangíveis e intangíveis, entre outras medidas, visando a privilegiar o desenvolvimento de pessoas.

Somando a estas questões, as organizações devem, ainda, propiciar aos seus empregados um ambiente organizacional adequado e não deixar que prevaleça a desmotivação individual e da equipe, a deficiência na integração das pessoas e a ausência de objetivos individuais e coletivos. Também é fundamental que minimizem os conflitos entre os líderes e liderados; a ausência de transparência de gestão; a comunicação deficiente e a rotatividade elevada, pois esses são geradores de problemas e de custos invisíveis para a organização (VIEIRA; VIEIRA, 2013).

O comprometimento da força de trabalho com a instituição é, portanto, fundamental. No entanto, as pessoas são instáveis e complexas, compostas de razão e emoção (LEITE; ALBUQUERQUE, 2011).

O estado psicológico do indivíduo é o que faz a ligação entre a razão e a emoção. No âmbito laboral, o estado psicológico pode contribuir ou prejudicar a visão do empregado em relação à organização à qual pertence. Entender, portanto, a questão emocional torna-se um desafio para a organização que busca a excelência, pois, segundo Bulgacov e Vizeu (2011), ainda que se adote uma concepção de homem concreto que age sobre o mundo, não se pode deixar de considerar a dimensão da emoção, cuja mediação é inevitável.

Neste sentido, a Gestão de Pessoas demanda um melhor entendimento das

necessidades dos indivíduos, isto é, daquilo que, efetivamente, pode direcionar o comportamento dos empregados em favor de um maior comprometimento com a organização, com seus pares e equipes. Compreendendo comprometimento organizacional como o estado psicológico que caracteriza a ligação do indivíduo com a instituição, tendo implicações na sua decisão de nela continuar (ALLEN; MEYER, 1996).

Desta forma, um dos grandes desafios da Gestão de Pessoas é obter o comprometimento de todos, fazendo com que indivíduos e equipes utilizem seus talentos de forma proativa dentro das organizações. Fator essencial para que elas se adaptem às mudanças e acompanhem a evolução da organização onde trabalham (FERREIRA; MONTEIRO, 2013).

Para dar suporte às organizações na busca pela manutenção da motivação e do comprometimento das pessoas em prol da congruência de objetivos, ou seja, alcance dos objetivos individuais e organizacionais, surgem diversas práticas relacionadas à gestão de recursos humanos. Dentre essas, destaca-se o *coaching*.

De acordo com o Instituto Brasileiro de *Coaching* (IBC, 2015a), o *coaching* é uma ferramenta de desenvolvimento e gerenciamento do comportamento humano que tem como objetivo levar o indivíduo ao estado desejado tanto por ele mesmo como pela organização, através de mudanças e transformações sustentáveis, com foco no aumento da *performance* e na aceleração de resultados. Trata-se de um processo de aprimoramento de competências que reúne conhecimentos, ferramentas e técnicas de diversas ciências e áreas do conhecimento como Neurociência, Administração, Programação Neurolinguística (PNL), Gestão de Pessoas, Psicologia, Antropologia, Sociologia, entre outras.

Segundo Whitmore (2006), a essência do *coaching* é liberar o potencial de uma pessoa para maximizar seu desempenho, ajudando-a a aprender, em vez de ensiná-la.

Diante disso, a questão elaborada foi a seguinte: como se compõe a produção científica sobre *coaching*? Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é realizar uma revisão da literatura sobre *coaching*, abordando aspectos como: evolução, definições, benefícios, intervenção, ferramentas e nichos.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Evolução Histórica

Segundo Krausz (2007), o termo *coaching*, no sentido que possui atualmente, tem diferentes versões. A autora observa que Anthony Grant (2003) indica o trabalho de Gorby (1937) como o primeiro na literatura sobre *coaching* e o artigo de W. R. Mahler (1964) como o primeiro a usar o termo relacionado à administração de pessoal.

Entretanto Krausz (2007) destaca que dois outros nomes também são citados

como precursores do termo *coaching*. O primeiro é o de Timothy Gallwey (1996), professor de tênis que desenvolveu uma abordagem diferente para ensinar o jogo. Ele “[...] baseou seu método no princípio da habilidade inata que o corpo humano possui de aprender a movimentar-se” (KRAUSZ, 2007, p. 18). Para Gallwey, o papel do técnico era fazer perguntas de forma a contribuir para que o jogador entendesse como jogava e fizesse os ajustamentos necessários. No seu ponto de vista, tanto no jogo quanto na vida, o indivíduo precisa expressar seu potencial e ser uma fonte de respostas para as suas próprias perguntas.

Krausz (2007) segue afirmando que o segundo nome é o de Thomas Leonard, um contabilista e administrador financeiro bem-sucedido, procurado por clientes para discutir questões financeiras e, também, aspectos ligados ao planejamento de carreira.

Na Década de 1990, Leonard fundou a CoachU e depois a Coachville, instituições dedicadas à divulgação e treinamento de *coaches*, em diversas áreas. O movimento iniciado por Leonard atraiu um grande número de pessoas e estimulou o surgimento de programas de treinamento de *coaches*. (KRAUSZ, 2007).

Apesar disso, o *coaching*, da forma como vem sendo aplicado, destaca Krausz (2007), tem sido mencionado desde 1958 com o trabalho de Mace e Mahler (1958), Mace (1959) e Fournies (1978).

Na Década de 1990 começaram a surgir, em países de língua inglesa, programas de treinamento informais, algumas associações profissionais e oferta de disciplinas optativas sobre o assunto em algumas universidades (KRAUSZ, 2007)

De acordo com Krausz (2007), no início do Século XXI fatores como a expansão das tecnologias da informação e da comunicação, a valorização dos conhecimentos, habilidades e competências para lidar com questões complexas ligadas às organizações, a competição acirrada, a necessidade de alinhamento estratégico entre pessoas, produtos e serviços, o desafio da retenção de talentos e o exercício eficaz da liderança favoreceram o desenvolvimento do *coaching*.

De acordo com as pesquisas de Grant e Cavanagh (2004), a evolução da atividade do *coaching* pode ser dividida em três fases, conforme o quadro a seguir.

FASE	PERÍODO	CARACTERÍSTICAS
Atividade interna	1930 a 1960	<i>Coaching</i> interno é exercido pelo superior hierárquico, como treinamento.
Aumento do rigor acadêmico	1960 a 1990	Início de publicações, com pesquisas e discussões submetidas a maior rigor científico.
Ciência, pesquisa científica e atividade organizacional	A partir de 1990	Aumento do volume de teses, dissertações e artigos sobre o processo de <i>coaching</i> nas organizações.

Quadro 1: Evolução da atividade do coaching

Fonte: Adaptado de Grant e Cavanagh (2004)

Bloch, Mendes e Visconte (2012) constatam que, no Brasil, foi a partir da Década de 2000 que as práticas do coaching executivo passaram a ser mais difundidas e adotadas por algumas organizações.

Melo, Machado e Matos (2014, p. 5) afirmam que o coaching tem crescido no Brasil e no mundo nos últimos anos, se apresentando como “[...] uma ferramenta eficiente e eficaz nos processos de aprendizado, liderança e desenvolvimento humano e organizacional.”

## 2.2 Definições de *Coaching*

De acordo com Landsberg (1996), o processo de *coaching* tem o objetivo de aprimorar o desempenho e a capacidade de aprender das pessoas. Para isso, fornece *feedback*, trabalha a questão da motivação, promove questionamentos e a adequação do estilo de gerenciamento do *coach*<sup>1</sup> em relação aos *coachees*<sup>2</sup>.

Para Thier (2003), o *coaching* aprimora as habilidades sociais e a eficiência de indivíduos e pequenos grupos, no que tange às relações profissionais.

Clutterbuck (2008) considera que o *coach* estimula o despertar do potencial de outras pessoas. Para que os *coachees* acessem seus recursos internos e externos, de tal forma que obtenham melhoria de desempenho e consigam atingir resultados e metas desejadas, o *coach* utiliza-se de paciência, intuição, perseverança e carisma.

As definições apresentadas se complementam ao indicarem aspectos importantes como processo, aprimoramento, melhoria de desempenho e alcance de resultados.

## 2.3 Benefícios do *Coaching*

Campos e Pinto (2012, p. 2) discorrem que autores como Tobias (1996) e Milare e Yoshida (2009) relatam os seguintes benefícios gerais do processo de *coaching*: a) melhora em termos de autocontrole emocional; b) aferição de resultados organizacionais; c) mudança comportamental; e d) desenvolvimento de competências de liderança.

Por outro lado, Campos e Pinto (2012, p. 2) também ressaltam que foram identificados nos estudos de Ellinger, Hamlin e Beattie (2008) resultados negativos decorrentes de processos de *coaching*, como, por exemplo, excesso de controle, ineficiência na comunicação e condução do processo de maneira ditatorial.

Apesar desta constatação, Campos e Pinto (2012, p. 2) afirmam que predominam as pesquisas que apontam, de um modo geral, para as vantagens obtidas por meio do processo de *coaching*. Neste aspecto, os autores citam Senge *et al.* (2000), que afirmam que o *coaching* é “oportuno em situações de mudança organizacional”, visto que ajuda a superar a resistência.

Goldsmith (2012) observa que embora o *coaching* possa ser um projeto

---

1 Trata-se do profissional que utiliza metodologias, técnicas e ferramentas de *coaching* para o benefício de uma empresa ou de um indivíduo, seja no campo pessoal ou profissional.

2. Trata-se do aprendiz que participa do processo de *coaching*.

independente, sem integração com a estratégia corporativa, sempre que consegue alinhar as necessidades do negócio com as necessidades das pessoas, passa a ser estratégico.

Para o autor, a demanda por respostas de *coaching* estratégico está atrelada a situações em que um conjunto de talentos muda de posição, seja por questões de sucessão, fusões, por redução de pessoal ou por aposentadorias simultâneas.

Em termos de benefícios por tipos de abordagens no contexto organizacional, Goldsmith (2012), observa que o *coaching* voltado para executivos consiste em uma oportunidade de refletir sobre seu desenvolvimento pessoal, em alinhamento com o sucesso da organização. Já o *coaching* direcionado para equipes fornece o estímulo necessário para a construção e motivação de equipes capazes de impulsionar o negócio.

Os benefícios também alcançam o quadro da diretoria, pois o *coaching* “[...] oferece uma estrutura para o diálogo e propicia um clima no qual questões vitais, embora aparentemente rígidas, podem ser suscitadas, confrontadas e trabalhadas.” (GOLDSMITH, 2012, p. 15).

Para Kunzler e Schneider (2012), o *coaching* pode ser utilizado como estratégia organizacional, visando ao alcance dos resultados desejados, trazendo benefícios não só para a organização, mas também para seus líderes, gerentes e empregados.

Goldsmith (2012), compartilha a opinião de que o *coaching* com foco na estratégia possibilita a transformação organizacional, conduzindo executivos, equipes e diretoria do ponto onde se encontram na atualidade até o ponto em que desejam estar no futuro.

## 2.4 Principais Passos numa Intervenção do *Coaching*

Segundo Clutterbuck (2008), a intervenção do *coaching*, de modo geral, consiste em um processo de sete passos, apresentados a seguir.

1. identificação da necessidade de melhoria/mudanças - A necessidade de melhoria ou mudanças pode ser detectada pelo *coachee* ou imposta de fora. Pode, ainda, estar atrelada a uma questão bem definida ou não estar suficientemente clara, percebendo-se apenas as consequências e não as causas;
2. observação e reunião de evidências – Consiste na identificação, pelo *coach*, de fatores causas reais ou possíveis, que para o *coachee* podem não ser perceptíveis;
3. motivação para determinar a apropriar-se de metas de evolução – Relaciona-se à decisão de envolvimento voltado para a concretização das mudanças e do compromisso de mantê-las vivas;
4. ajuda e planejamento para o alcance dessas metas – Envolve o mapeamento das influências (conjunto de elementos internos e externos que favorecem ou desfavorecem a sustentação da mudança desejada), a subdivisão em tarefas menores do processo de mudança e a identificação do progresso

das mudanças efetuadas;

5. criação de oportunidades para praticar as habilidades desejadas – Consiste na imediata colocação em práticas das habilidades adquiridas ou incrementadas;
6. observações de ações e oferta de *feedback* objetivo – Neste aspecto, destaca-se a ênfase no *feedback* intrínseco, ou seja, dado pelo próprio *coachee*; e
7. ajuda para superar contratempos – Foca na preparação do *coachee* para a ocorrência de eventuais contratempos e oferece apoio para a superação.

## 2.5 Ferramentas do *Coaching*

De acordo com Pinheiro, Pasqual e Broge (2012), as ferramentas do *coaching* foram aparecendo no mercado brasileiro aos poucos. A primeira delas foi o *Assessment*, seguida da Roda da Vida.

Pinheiro, Pasqual e Broge (2012, p. 31) observam que “Muitos testes de personalidade, levantamentos de atitudes e formas diversas de autoconhecimento e até atividades foram sendo adicionados ao *Coaching* e oferecidos como ferramentas”. Os autores também mencionam que abordagens diferentes de *coaching* passaram a integrar o processo, funcionando como ferramentas, como é o caso da neurolinguística.

Oneda (2016) confirma que atualmente existem diversas ferramentas do *coaching*, que podem ser usadas de acordo com a necessidade, de forma isolada ou associadas. Para o autor, as ferramentas de *coaching* fornecem suporte para a promoção do autoconhecimento, desenvolvimento da qualidade e para potencializar processos de mudanças consistentes.

Para Pereira (2013), a disponibilidade de um conjunto diverso de ferramentas, que variam de acordo com a orientação, processo, modelos e toda a pluralidade de abordagens, é fundamental, pois a “[...] utilização limitada de técnicas não funciona, uma vez que o *coaching* não permite o emprego de ferramentas mecânicas, automatizadas e repetitivas”. Ou seja, a pluralidade é importante para que o *coach* tenha um repertório amplo e seja capaz de aplicar a ferramenta que melhor responde a cada diferente situação.

Segundo Velho (2012) as ferramentas do *coaching* são utilizadas não somente para facilitar a compreensão do conteúdo, mas, muitas vezes para entender os sentimentos do *coachee*.

Silveira (2012, p.1) destaca que a formação em *coaching* pode ser suportada por diferentes abordagens e que cada uma comporta “um rol de ferramentas e recursos que poderão servir como apoio no diagnóstico da situação a ser tratada, bem como na construção do plano de ação”. Além disso, a ferramenta a ser utilizada tem relação com a fase do processo.

Silveira (2012, p. 2) conclui que “para cada nova relação *coach-coachee*

estabelecida, uma nova combinação de recursos e ferramentas será definida”, pois cada contrato será permeado por diferentes fatores tanto relacionados ao *coach*, quanto relacionados ao *coachee*.

O quadro 2, apresentado a seguir, traz a definição de algumas das ferramentas aplicadas no processo do *coaching*.

FERRAMENTAS	DESCRIÇÃO
Âncora de Carreira	A âncora de carreira é uma ferramenta desenvolvida por Edgar Schein, que apresenta uma combinação das áreas percebidas de competência, motivos e valores que, efetivamente, são relevantes para a pessoa. Sem o conhecimento desta âncora a pessoa pode buscar outro trabalho que, no futuro, também pode causar insatisfação, pois não responde, realmente, ao seu “eu”. Logo, essa ferramenta possibilita o entendimento da orientação pessoal do coach para o trabalho, seus motivos, seus valores e sua auto percepção de talentos”. (MARQUES, 2015).
<b>Coaching Assessment</b>	É um instrumento de mapeamento de tendências comportamentais para se obter informações de como um colaborador, equipe, líder ou executivo funciona. A partir desse mapeamento é possível detectar <i>gaps</i> (ROSA, 2015).
<b>DISC</b>	Trata-se de uma ferramenta para avaliação comportamental. DISC refere-se a quatro fatores: Dominância, influência, Estabilidade e Cautela (IBC, 2012a).  $\alpha$ ) Dominância - Está relacionada ao modo como cada pessoa lida com as dificuldades e os desafios. Profissionais com este perfil são mais competitivos, objetivos e orientados para os resultados;  $\beta$ ) Influência - Diz respeito à capacidade de se relacionar e influenciar os outros. Pessoas com este perfil são mais comunicativas, otimistas, populares e tem mais facilidade para trabalhar em grupo;  $\chi$ ) Estabilidade - Refere-se a como cada pessoa lida com mudanças. Entre as qualidades comportamentais deste perfil destacamos: constância, paciência e capacidade nata para ouvir e ser amigoso; e  $\delta$ ) Cautela – Esta característica define como cada pessoa lida com as regras estabelecidas, e as respeita. Entre os comportamentos que melhor definem profissionais deste perfil, destacamos como: perfeccionistas, analíticas e detalhistas.
<b>Escuta Ativa</b>	Consiste em premissa para os modelos comunicação interpessoal. Relaciona-se com o foco no <i>coachee</i> e a habilidade de escutar o que ele diz ou omite (PEREIRA, 2013).
<b>GROW</b>	GROW é um acrônimo para Goals (Metas ou Objetivos), Reality (Realidade), Options (Opções) e Will (Compromisso) e visa a auxiliar o líder a levar os seus colaboradores a atingir um desempenho ótimo. Este método utiliza uma abordagem interrogativa, que contribui para que o colaborador tome consciência da situação atual e do seu papel, questione as suas percepções e equacione diferentes pontos de vista, identifique claramente a mudança que está disposto a empreender e as metas que pretende atingir, desenvolva as suas próprias soluções e se comprometa com as iniciativas e os resultados (VILHENA, 2015).

<p><b>Janela de Johari</b></p>	<p>Para facilitar o entendimento das regras básicas da comunicação interpessoal, Joseph Luft e Harry Inghan idealizaram, em 1961, um diagrama conhecido pelo nome de Janela de Johari onde, através de quatro retângulos, dispostos em forma de janela, é possível conceituar o processo de percepção de um indivíduo em relação a si mesmo e aos outros. Os autores partiram do princípio de que cada pessoa tem (ou pode ter) quatro imagens distintas:</p> <p>a) Eu aberto - Você sabe que é e os outros sabem que você é.</p> <p>b) Eu secreto - Você sabe que é, mas os outros não sabem que você é.</p> <p>c) Eu cego - Você não sabe que é, mas os outros sabem que você é.</p> <p>d) Eu desconhecido - Nem você nem os outros sabem que você é.</p> <p>Esta ferramenta é utilizada no <i>coaching</i>, pois favorece o autoconhecimento (PAIVA, 2015).</p>
<p><b>Mapas Mentais</b></p>	<p>Mapa Mental é um instrumento visual, criado pelo psicólogo Tony Buzan, em meados dos anos setenta, que facilita o aprendizado, pois permite uma melhor memorização através da organização de ideias representadas por conexões gráficas.</p> <p>O Mapa Mental no processo de <i>coaching</i> permite a apreciação de diferentes maneiras de se analisar uma situação e de buscar a solução para cada uma delas (VELHO, 2012).</p>
<p><b>Missão e Visão</b></p>	<p>De forma análoga <b>às empresas</b>, traduz-se, em nível pessoal, “o que eu faço” e “onde eu quero chegar”, respectivamente. A partir deste retrato, o <i>coach</i> e seu <i>coachee</i> podem traçar um plano de ação (ONEDA, 2016).</p>
<p><b>Perdas e Ganhos</b></p>	<p>Permite enumerar diversas situações e avaliar quais os fatores motivadores e sabotadores. Para cada item o <i>coach</i> deve se perguntar: “O que eu tenho a ganhar com isso?”; “O que eu tenho a perder com isso?”. Esse método ajuda a se planejar e a priorizar os próximos passos. (ONEDA, 2016).</p>
<p><b>Perguntas Poderosas</b></p>	<p>Permitem desde a simples captação de informação até o incentivo à mudança. Em geral “são breves, claras, abertas, não incluem a palavra eu, e fluem de forma intuitiva”. Além disso, causam impacto, não são dúvidas, confusas ou inoportunas e criam novas possibilidades (PEREIRA, 2013).</p>
<p><b>PI</b></p>	<p>O PI (<i>Predictive Index</i>) avalia o perfil comportamental e as necessidades motivadoras voltadas ao trabalho, de cada pessoa, sob vários aspectos e três grandes ângulos (PLANARH, 2015):</p> <p>Self - representa o perfil da personalidade básica. Um perfil estável de comportamento que, em geral, muda muito pouco durante a vida e somente é expresso sob circunstâncias especiais, mas sempre está presente como um aspecto da personalidade total.</p> <p>Conceito do self - representa a forma como o profissional está tentando ser, geralmente porque esta é a maneira que o seu ambiente de trabalho, segundo ele mesmo, o percebe, e exige que se comporte. Raramente é efetivamente expresso e, geralmente, não consciente, este é o modelo ou papel do indivíduo, o que ele percebe serem as demandas que exige o seu ambiente de trabalho.</p> <p>Síntese - É assim que o profissional se comporta agora no seu ambiente de trabalho - a pessoa como você a observa e a conhece no trabalho. Esta é também a forma como você espera que a pessoa se comporte agora, e no futuro imediato, em um novo trabalho. Se a pessoa percebe a necessidade de mudança no trabalho, existirá um espaço de tempo antes que qualquer mudança realmente se desenvolva no perfil da Síntese.</p>

<p><b>Programação Neorolinguística (PNL)</b></p>	<p>A Programação Neurolinguística (PNL) foi desenvolvida na Década de 1970, por John Grinder e Richard Bandler. Suas pesquisas identificaram um conjunto de modelos e padrões que influenciam a mente, corpo ou o comportamento do indivíduo, descrevendo a relação entre a mente (neuro), a linguagem verbal e não verbal (linguística) e como essa interação pode ser organizada (programação).</p> <p>O <i>coaching</i>, agregou também este conhecimento para proporcionar às pessoas a habilidade de influenciar a si mesmas, adquirindo hábitos, visões de mundo, percepções, linguagem e comportamentos ideais para alcançar metas, objetivos e obter alto desempenho (IBC, 2015b).</p>
<p>Psicologia Positiva</p>	<p>Trata-se de um “braço” da psicologia que explica que a felicidade humana depende de pensamentos e atitudes positivas. O <i>coach</i> deve conduzir o <i>coachee</i> ao entendimento de que é possível ele chegar aonde pretende com a criação de metas concretas que, ao serem desenvolvidas de uma maneira positiva e que traga felicidade, auxiliam na obtenção de seus objetivos (DA MATTA, 2013).</p>
<p><b>Psicodrama</b></p>	<p><b>É uma abordagem psicológica, criada pelo psiquiatra Jacob Levy Moreno, que proporciona a compreensão do ser humano, contribuindo para a liberação de seu potencial criativo e para integração social. Por meio da dramatização, o corpo expressa o que as palavras não conseguem dizer, enriquecendo a forma de compreender um problema e solucioná-lo. Nessa perspectiva, o Psicodrama oferece uma rica contribuição ao <i>Coaching</i>.</b> (BRAGA, 2015).</p>
<p><b><i>Rapport</i></b></p>	<p>Consiste em um processo de conexão harmoniosa e de confiança com o <i>coachee</i>. Esta conexão facilita a troca de informações, o aceite dos desafios propostos e torna mais fácil a implementação das mudanças necessárias (ONEDA, 2016).</p>
<p><b>Roda da Vida</b></p>	<p>É um sistema composto por um círculo com oito divisões (lazer, intelecto, saúde, vida financeira, amigos e família, trabalho e carreira, espiritualidade e amor) consideradas fundamentais para o equilíbrio pessoal. O objetivo é proporcionar reflexões permanentes acerca da atenção dada a cada uma das áreas e desenvolver um plano de ação para aprimorar as não satisfatórias (BRESSAM, RODRIGUES, 2013).</p>
<p><b>SMART</b></p>	<p>Caracteriza-se como uma espécie de <i>checklist</i> para traçar metas, buscando assertividade na revisão dos possíveis cenários que compõem o atingimento das metas traçadas. Em “SMART” cada letra representa uma palavra, em inglês, que são os pressupostos que as metas devem atender para serem factíveis (ONEDA, 2016).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “S” de <i>Specific</i>, que significa específico. Cada meta deve ter dados e números, que serão a base da meta;</li> <li>▪ “M” de <i>Measurable</i>, que significa mensurável. As metas devem ser registradas, fáceis de medir e verificáveis.</li> <li>▪ “A” de <i>Attainable</i>, que significa atingível. As metas devem ser realizáveis. Podem ser ousadas, mas precisam ser possíveis, pois do contrário, desmotivam.</li> <li>▪ “R” de <i>Results-oriented</i>, que significa orientado ao resultado. Cada meta deve ser relevante para atingir o objetivo determinado.</li> <li>▪ “T” de <i>Time bound</i>, que significa temporizável. Toda meta deve ter prazo, do contrário, acabará sendo não priorizada.</li> </ul>
<p><b>SWOT Pessoal</b></p>	<p>É equivalente à análise SWOT aplicada às organizações. Ela elenca as habilidades e as dificuldades do <i>coachee</i> frente aos aspectos internos e externos. A partir desta análise, desenvolve-se um plano de ação de melhorias, com foco nas forças que potencializam as oportunidades e neutralizando as fraquezas que ameaçam o atingimento dos objetivos (ONEDA, 2016).</p>

<b>Tríade do Tempo</b>	Preconiza o balanceamento de três importantes dimensões: Família, Trabalho e Vida pessoal. No modelo sugerido, as atividades diárias se dividem em três categorias: a) importantes; b) urgentes; e c) circunstanciais. A sugestão é focar nas atividades importantes e tentar não investir todo o tempo em resolver os problemas urgentes (ONEDA, 2016).
------------------------	--

Quadro 6: Ferramentas do processo de *coaching*

Fonte: Adaptado de Braga, 2015; Bressam; Rodrigues, 2013; IBC, 2012a; 2015b; Da Matta, 2013; Marques 2015; Oneda, 2016; Paiva, 2015, PLANARH, 2015; Rosa, 2015; Velho, 2012; Vilhena, 2015

## 2.6 Nichos do *Coaching*

Segundo Freitas (2015), o mercado de *coaching* é basicamente dividido em dois grandes nichos: *Life Coaching* (*Coaching* de Vida) e *Executive and Business Coaching* (*Coaching* de Negócios).

O *Coaching* de Vida aborda projetos, questões, relacionamentos ou condições específicas da vida pessoal do cliente, auxiliando-os na análise do momento presente, dos obstáculos e desafios a serem enfrentados e na definição de objetivos e das metas eficientes para atingir os resultados desejados (FREITAS, 2015).

Esta vertente do *coaching*, segundo o IBC (2012b), possui outras subdivisões, que trabalham áreas mais específicas. Sendo assim, existe *coach* para as seguintes vertentes: Família, Adolescentes, Crianças, Atletas, Aposentadoria, Sucesso, Comunicação, Crises e Transições, Espiritualidade, Emoções, Relacionamentos, Superação, Transformação, Férias, Orientação Profissional, Emagrecimento entre outros.

O *Coaching* de Negócios auxilia atingir as metas e objetivos da organização frente a um mercado competitivo, contribuindo, também, para o aperfeiçoamento pessoal e para o alcance do equilíbrio entre as necessidades pessoais e da empresa IBC (2012b).

Segundo Campos e Pinto (2012), em termos de abordagens no contexto organizacional, o *coaching* pode ser individual (executivo) ou de equipe, sendo que o processo pode ser conduzido por um *coach* interno ou externo.

### 2.6.1 *Coaching Individual ou Executivo*

No *coaching* individual, também denominado de *coaching* executivo, o *coach* conduz o processo com um único colaborador (executivo) com a finalidade de atender demandas específicas (CAMPOS; PINTO, 2012). Os autores mencionam a pesquisa realizada por Kilburg (1996) para identificar os principais elementos que caracterizam o processo de *coaching* individual ou executivo. Os resultados apontaram para os seguintes elementos:

- a. estabelecer o foco e os objetivos que serão trabalhados;
- b. estimular o comprometimento de tempo e de recursos do *coachee* com o

processo;

- c. estabelecer um pacto de confidencialidade, a partir de uma relação de empatia e confiança;
- d. é aconselhável que o *coachee* encontre significados pessoais dentro do *coaching* para poder gerar expectativas de sucesso;
- e. o *coach* deve estimular experiências e aprendizagens das quais o *coachee* possa tirar lições sobre como desenvolver o autocontrole emocional e cognitivo; e
- f. é oportuno a verificação contínua sobre os êxitos e falhas que ocorrem ao longo do processo de *coaching*.

A respeito da eficiência do processo de *coaching* executivo, Campos e Pinto (2012) mencionam os autores Levin, Bozzer e Charmine (2008), que enfatizam a necessidade da elaboração de um plano estratégico por parte do *coach*, para identificar as variáveis-chave que influenciam as tomadas de decisão e promover um alinhamento entre os objetivos individuais do *coachee* e os objetivos estratégicos da organização.

Já para Bloch, Mendes e Visconte (2012), o processo de *coaching* executivo é flexível, entretanto, é fundamental que haja uma estrutura definida que facilite sua condução. Assim, os autores propõem uma estrutura, composta de cinco fases, conforme o Quadro 3.

	FASE PRÉVIA	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4
	Diagnóstico	Comprometimento	Elaboração do Plano de Ação	Ação e Acompanhamento	Resultados
Processo	Cenário e objetivos	Tomada de consciência	Visão de futuro	Desenvolvimento de potencial	Medição dos resultados e comprometimento com a sustentabilidade do processo
Atividades	Levantamento de expectativas da organização e do <i>coachee</i>	Autoconhecimento	Estabelecimento de metas e ações de desenvolvimento	Desenvolvimento do potencial	Avaliação de resultados com a chefia e demais <i>stakeholders</i>
	Definição de resultados			Consenso com a chefia sobre o plano	
				Implementações das ações	Feedback para o <i>coachee</i>

Ferramentas	Entrevista com <i>coachee</i> , chefia e RH	Análise de competências	Síntese dos dados	Desenvolvimento “ <i>on the job</i> ”	Entrevistas com chefia e demais <i>stakeholders</i>
		Identificação de estilos	Construção da visão de longo prazo	Leituras	
		Relato de história de vida	Definição de pontos a desenvolver	<i>Feedback</i> das ações	
		Identificação de valores			
		Instrumentos de <i>assessment</i>	Construção do plano de desenvolvimento	Análise de incidentes críticos	
		Entrevista com <i>stakeholders</i>			
Resultados	Administração de expectativas entre organização, <i>coachee</i> e <i>coach</i>	Identificação de forças e <i>gaps</i>	Comprometimento com pontos de mudança ou melhoria	Desenvolvimento de habilidades	Atendimento das expectativas iniciais
			Plano de ação	Mudanças de atitude	
			Comprometimento dos <i>stakeholders</i>	Aquisição de experiências e conhecimento	
				Tomada de decisão	

Quadro 3: Estrutura básica da metodologia do *coaching* executivo

Fonte: Bloch, Mendes e Visconte (2012, p. 48-49)

### 2.6.2 *Coaching* de Equipes

O trabalho em equipe existe porque as organizações descobriram que essa modalidade é mais eficaz quando se trata de trabalhos complexos (CLUTTERBUCK, 2008). De acordo com o autor, o trabalho em equipe também proporciona a socialização.

As equipes estabelecem o ambiente em que partilham esforços, recompensas e riscos. Proporcionam a sensação de uma identidade comum, assentada em ideias, propósitos, histórias e atitudes grupais. E funcionam como uma oportunidade para as pessoas conversarem, oferecerem apoio e reconhecimento mútuos, e realizarem também outras atividades que as deixem motivadas e com mais autoestima. (CLUTTERBUCK, 2008, p. 2).

Clutterbuck (2008) lamenta o fato de que, nem sempre, as equipes utilizem sua capacidade coletiva de produção e atribui isso a problemas como: deficiência na estrutura e no processo, falta de propósito ou de comprometimento, conflitos internos e liderança incapaz.

O autor considera que, nesse contexto, o *coaching* de equipes é recomendável, pois pode auxiliar as equipes a “[...] reverem seu desempenho, a melhorar seus resultados e sua comunicação, e a consolidar os relacionamentos.” (CLUTTERBUCK, 2008, p. 2).

Para Clutterbuck (2008), apesar de não existir uma definição perfeita para o processo de *coaching* de equipe, possivelmente porque as equipes possuem diferentes propósitos e naturezas, o *coaching* de equipe pode ser compreendido como o processo

de ajuda para melhorar o seu desempenho, recorrendo a reflexões e diálogos.

Como benefícios do *coaching* de equipe, o autor destaca os seguintes:

- a. redução de conflitos tanto dentro da equipe como entre equipes;
- b. aumento da eficiência dos processos;
- c. melhoria da qualidade da comunicação da equipe com os principais envolvidos de fora da equipe;
- d. retenção dos empregados valiosos; e
- e. promoção do gerenciamento geral do conhecimento.

O *coaching* de equipe pode ser realizado por um líder como gerente (interno) ou por um líder como *coach* (externo).

A questão do gerente ou gestor no papel de *coach* é polêmica. Campos e Pinto (2012) confirmam que existem diferentes entendimentos acerca da eficácia do *coach* para equipes ser interno ou externo e destacam Hackman e Wageman (2005) como autores que defendem que o *coach* interno é importante devido ao conhecimento que possui acerca da cultura organizacional existente. Por outro lado, apresentam Kets de Vries (2005), que sustenta que o processo deve ser gerido por um *coach* externo preparado para isso, pois possui conhecimentos e ferramentas específicas para produzir as mudanças esperadas.

Clutterbuck (2008) sintetiza algumas das principais diferenças de abordagem entre o líder como gerente (interno) e o líder como *coach* (externo).

QUESTÃO	LÍDER COMO GERENTE	LÍDER COMO <i>COACH</i>
Metas da tarefa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelece metas com a equipe e com ela desenvolve compromisso com os objetivos traçados;</li> <li>• Analisa os progressos em comparação com as metas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuda a estabelecer processos para a estipulação e revisão das metas;</li> <li>• Explora o alinhamento entre as metas pessoais do subgrupo e da equipe;</li> <li>• Ajuda a explorar as causas de contratemplos ou insucessos.</li> </ul>
Metas de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelece necessidades de desenvolvimento para cada membro da equipe;</li> <li>• Alcança acordos quanto a planos de desenvolvimento pessoal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuda a estabelecer os processos de integração pessoal e os planos de desenvolvimento para a equipe.</li> </ul>
Visão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Articula as ambições da equipe internamente e com os agentes externos envolvidos;</li> <li>• Contextualiza a visão da equipe com a da empresa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Testa a qualidade e a viabilidade da visão e como ela influencia as atividades diárias;</li> <li>• Ajuda a equipe a expressar verbalmente os “valores” por trás de sua visão.</li> </ul>

Coordenação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garante que todos entendam seus papéis e responsabilidades;</li> <li>• Revê e aprimora os processos de trabalho em conjunto com a equipe;</li> <li>• Planeja e traça estratégias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oferece <i>feedback</i> sobre os processos e procedimentos e sobre como o fator humano os afeta;</li> <li>• Ajuda a equipe a questionar seus processos e abordagens;</li> <li>• Desenvolve habilidades estratégicas.</li> </ul>
Solução de problemas e tomada de decisão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstra comportamentos eficientes, soluções de problemas e tomada de decisão, envolvendo os membros da equipe e alcançando consenso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuda a equipe a melhorar seus processos de solução de problemas e tomada de decisão.</li> </ul>
Gerenciamento de conflito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma atitudes preventivas para identificar, discutir e prevenir possíveis conflitos;</li> <li>• Media e acerta regras que reduzam conflitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dá <i>feedback</i> para garantir que o conflito é reconhecido;</li> <li>• Melhora a capacidade da equipe de lidar com conflitos.</li> </ul>
Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstra que uma comunicação eficiente está disponível quando é preciso;</li> <li>• Cria oportunidades para que haja a comunicação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuda a equipe a entender a teoria e a prática da comunicação;</li> <li>• Ajuda a investigar e a aprender com os fracassos da comunicação.</li> </ul>
Processos de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garante que a equipe dedique tempo para refletir e rever.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuda a equipe a construir as habilidades e os processos necessários ao diálogo de reflexão.</li> </ul>
Gerenciamento de limites	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protege a equipe de ameaças e interferências externas;</li> <li>• Adquire recursos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuda a equipe a rever e melhorar o gerenciamento de seus limites.</li> </ul>
Gerenciamento de desempenho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esclarece expectativas de desempenho;</li> <li>• Conduz avaliações;</li> <li>• Reconhece e recompensa os desempenhos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explora as influências sobre o desempenho, em âmbito individual e de equipe.</li> </ul>

Quadro 4: Principais diferenças de abordagem entre o líder como gerente e o líder como coach

Fonte: Clutterbuck (2008, p. 124-125)

### 2.6.3 Diferenças entre Coaching Executivo e Coaching de Equipes

Clutterbuck (2008), com base em *cases*, apresenta algumas diferenças entre o *coaching* executivo e *coaching* de equipe, como consta no quadro 5.

ASPECTOS	COACHING EXECUTIVO	COACHING DE EQUIPE
<b>Preparação</b>	Embora seja importante o fornecimento, por parte do RH, de um conjunto de diretrizes, isso raramente acontece no caso do <i>coaching</i> executivo.	Neste caso, é essencial a preparação de um conjunto de diretrizes, pois o líder e os indivíduos da equipe precisam saber por que o <i>coaching</i> é necessário.

<b>Estabelecimento de metas</b>	Essa é uma parte relativamente objetiva e direta do processo habitual de <i>coaching</i> . Eventuais mudanças podem ser facilmente incorporadas durante o desenrolar do processo, se necessário.	É preciso identificar onde a equipe está e para onde pretende ir, coletivamente. É preciso delinear para a equipe um escopo mais estreito de questões a serem discutidas, pois isso ajuda muitos participantes a passarem de um estágio para o seguinte.
<b>Líderes</b>	O chefe do <i>coachee</i> deve estar envolvido e o ideal é que isso ocorra por meio de reuniões no início e em intervalos subsequentes. O <i>coach</i> também deve dar <i>feedback</i> e encorajar os membros da equipe, conforme as mudanças são postas em prática.	O líder deve ser discretamente trabalhado no <i>coaching</i> em termos de suas interações com a equipe, desde o começo até o fim do processo. O <i>coach</i> deve cuidar o tempo todo para não substituir o líder.
<b>Dinâmica</b>	O <i>coach</i> tem oportunidades limitadas de atuar na modelagem de comportamentos e técnicas.	O <i>coach</i> tem mais oportunidades de mostrar os comportamentos desejados para os membros da equipe. A psicologia da tomada de decisões em equipe torna mais difícil para a equipe reconhecer a necessidade de mudar sua abordagem ou seu ponto de vista coletivo.
<b>Atividades do <i>coach</i></b>	Desenvolver metas, definir o plano de ação exigido, desenvolver as habilidades necessárias, dar apoio e desafiar, dar <i>feedback</i> , oferecer outros pontos de vista, lidar com o encerramento.	As mesmas atividades, mas muito mais necessária é sua habilidade como facilitador para envolver todos os membros da equipe, lidar com conflitos e resumir os vários pontos de vista um maior número de vezes.

Quadro 5: Diferença entre *Coaching* Executivo e *Coaching* de Equipes

Fonte: Adaptado de Clutterbuck, 2008, p. 112-113

### 3 | ASPECTOS METODOLÓGICOS

O método empregado neste estudo foi a pesquisa bibliográfica, com o intuito de realizar uma revisão sobre o tema, respondendo à questão da pesquisa, de forma a obter uma ideia precisa sobre o estado atual dos conhecimentos sobre *coaching*, bem como suas lacunas e contribuição para o desenvolvimento do conhecimento. Para tal, foram cumpridas as seguintes etapas:

- a. elaboração de uma lista de palavras-chave relacionadas com o tema “*coaching*”, com o objetivo de facilitar a busca em bases de dados;
- b. revisão das fontes secundárias. Ou seja, localização e leitura de textos que abordam e interpretam trabalhos de outros autores, como monografias, dissertações, artigos científicos, sites de consultoria etc.;
- c. pesquisa em fontes primárias. Ou seja, localização e leitura de artigos científicos e livros que contêm os trabalhos originais de autores e contribuições

relevantes para a pesquisa; e

- d. leitura crítica e síntese da literatura, com o estabelecimento dos principais aspectos a serem abordados e pontos de convergências e divergências entre os diferentes autores.

## 4 | CONCLUSÃO

Embora haja uma vasta literatura sobre coaching, verificou-se que os diversos subtemas que compõem este campo de conhecimento estão muito dispersos, ou seja, sentiu-se falta de publicações que buscassem reunir as diversas abordagens em uma mesma obra. Isso talvez se justifique pelo fato do coaching ser um processo que reúne conhecimentos, ferramentas e técnicas de diversas ciências e áreas, como, por exemplo, Neurociência, Administração, Psicologia, Antropologia, Sociologia etc.

Outro ponto que chamou a atenção no decorrer da pesquisa é que quando se trata especificamente do Coaching de Negócios, a maioria dos estudos empíricos, no Brasil, está voltada para a sua aplicação em empresas privadas, encontrando-se pouco material sobre coaching em organizações públicas. Seriam as mesmas ferramentas, técnicas, abordagens, protocolos e procedimentos de intervenção válidos tanto para empresas privadas quanto para as organizações públicas? Essa lacuna aponta para a importância de se desenvolver estudos tendo como foco o coaching aplicado às instituições públicas brasileiras.

## REFERÊNCIAS

BLOCH, V.; MENDES, J.; VISCONTE, L. **Coaching Executivo** – Uma questão de atitude. São Paulo: Elsevier, 2012.

BRAGA, W. A. **A Contribuição do Psicodrama ao Coaching**. 2015. Disponível em: <<http://iipc.net.br/a-contribuicao-do-psicodrama-ao-coaching/>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

BRESSAN, V. P.; RODRIGUES, M. S. **Coaching: conceitos e ferramentas**. 2013. Disponível em: <[http://www.imed.edu.br/Uploads/marciaRodrigues5\(%C3%A1rea3\).pdf](http://www.imed.edu.br/Uploads/marciaRodrigues5(%C3%A1rea3).pdf)>. Acesso em: 22 fev. 2016.

CAMPOS, T. M.; PINTO, H. M. N. **Coaching nas organizações: uma revisão bibliográfica**. 2012. Disponível em: <[www.spell.org.br/documentos/download/9028](http://www.spell.org.br/documentos/download/9028)>. Acesso em: 18 fev. 2016.

CLUTTERBUCK, D. **Coaching Eficaz: como orientar sua equipe para potencializar resultados**. 2. ed. São Paulo: Gente, 2008.

DA MATTA, V. **Ferramentas de Coaching: Como Utilizá-las a Seu Favor?** 2013. Disponível em: <<http://www.sbcoaching.com.br/blog/ferramentas-de-coaching-como-utilizar/>>. Acesso em: 27 fev. 2016.

FERREIRA, M. R.; MONTEIRO, R. L. M. **Coaching para desenvolvimento de equipes aplicado no TCU**. Brasília: 2007. Monografia (Pós-graduação em Gestão Estratégica de Pessoas) - Fundação Instituto de Administração da Universidade de São Paulo e pelo Instituto Serzedello Corrêa do TCU. Brasília, 2007.

\_\_\_\_\_. *Coaching* para desenvolvimento de equipes aplicada no TCU. **Journal of chemical information and modeling**, v. 53, p. 1689 –1699, 2013.

FREITAS, F. *Coaching* de vida. In: LYNCH *et al.* (Org.). **O impacto do Coaching no dia a dia**. Rio de Janeiro: Bookstart, 2015, p. 172-178.

GARCIA, A. L. **O processo de coaching nas organizações empresariais**. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10923/4804>, 2011>. Acesso em: 01 dez. 2015.

GOLDSMITH, M. **Coaching: O exercício da liderança**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE *COACHING* –IBC. **A Importância da Avaliação Comportamental DISC**. 2012a. Disponível em: <<http://www.ibccoaching.com.br/portal/comportamento/importancia-avaliacao-comportamental-disc/>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. **Quais os Tipos de Nichos de Coaching?** 2012b. Disponível em: <<http://www.ibccoaching.com.br/portal/coaching/quais-tipos-nichos-coaching/>>. Acesso em: 13 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. **O que é coaching?** 2015a. Disponível em: <<http://www.jrmcoaching.com.br/wp-content/uploads/2014/04/IBC-Apresentacao-PSC.pdf>>. Acesso em :01 dez. 2015.

\_\_\_\_\_. **Aprenda como utilizar as técnicas de neurolinguística**. 2015b. Disponível em: <<http://www.ibccoaching.com.br/portal/coaching-e-psicologia/aprenda-como-utilizar-tecnicas-neurolinguistica/>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

KRAUSZ, R. R. **Coaching Executivo - A conquista da liderança**. Barueri: Nobel, 2007.

KUNZLER, C. E. B.; SCHNEIDER, E. **Coaching: Uma metodologia para qualificação e desenvolvimento profissional**. **Revista de Destaques Acadêmicos**, v. 4, nº 1, 2012, p. 39 – 47. Disponível em: <<http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/viewFile/281/224> >. Acesso em 28 maio 2016.

LANDSBERG, M. *The Tao of Coaching*. Londres: HarperCollins, 1996.

MARQUES; J. R. **O que são âncoras de carreira?** 2015. Disponível em: <<http://www.jrmcoaching.com.br/blog/o-que-sao-ancoras-de-carreira/>>. Acesso em: 22 fev. 2016.

ONEDA, E. **Ferramentas de coaching**. 2016. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/carreira/ferramentas-de-coaching/93640/>>. Acesso em: 21 fev. 2016.

PAIVA, P. **A Janela de Johari**. 2015. Disponível em: <[http://www.gestordealmas.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=161&Itemid=136](http://www.gestordealmas.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=161&Itemid=136)>. Acesso em: 21 fev. 2016.

PEREIRA, F. J. A. **A utilização do coaching como ferramenta contributiva nos processos de ambiência e qualidade de vida**. 2013. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/923598-A-utilizacao-do-coaching-como-ferramenta-contributiva-nos-processos-de-ambiencia-e-qualidade-de-vida.html>>. Acesso em: 21 fev. 2016

PINHEIRO, B.; PASQUAL, J. L.; BROGE, V. **Coaching e formação de liderança/ coach**. 2012. Disponível em: <<http://www.arvoredodo.com.br/livro/livro.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2016.

PLANARH. **PI – Predictive Index**. 2015. Disponível em: <http://www.planarh.com.br/index.php/ferramentas>>. Acesso em: 23 fev. 2016

ROSA, F. **Coaching Assessment**. 2015. Disponível em: <<http://fernandorosa.com.br/coaching-assessment>>. Acesso em: 22 fev. 2016.

SILVEIRA, A. S. **Uso de ferramentas em *coaching***. 2012. Disponível em: <[www.abrhrs.com.br/content/artigo\\_download.php?id=561](http://www.abrhrs.com.br/content/artigo_download.php?id=561)>. Acesso em: 22 fev. 2016

THIER, M. J. ***Coaching Clues: real stories, powerful solutions, practical tools***. London: Nicholas Brealey Publishing, 2003.

VELHO, A. G. **A eficácia do *mind map* como ferramenta de *coaching***. 2012. Disponível em: <[www.abrhrs.com.br/content/artigo\\_download.php?id=560](http://www.abrhrs.com.br/content/artigo_download.php?id=560)>. Acesso em: fev. 2016.

VILHENA, I. ***Coaching*** – modelo grow. 2015. Disponível em: <<http://www.cranberryabc.com/wp-content/uploads/2014/10/Cranberry-CBT-Modelo-GROW.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2016.

WHITMORE, J. ***Coaching para performance***. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

## GESTÃO DAS PARTES INTERESSADAS E INOVAÇÃO ABERTA: UM ENSAIO TEÓRICO NA PERSPECTIVA DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS

**Priscila Nesello**

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de  
Administração e Turismo  
Pelotas – Rio Grande do Sul

**Ana Cristina Fachinelli**

Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-  
Graduação em Administração  
Caxias do Sul – Rio Grande do Sul

Artigo originalmente publicado na Revista de Gestão e Projetos – GeP e-ISSN: 2236-0972; DOI: 10.5585/gep.v8i3.521

**RESUMO:** A inovação aberta tem como um de seus principais fundamentos o compartilhamento de informações e conhecimento com atores externos. A complexidade de projetos de inovação aberta é elevada em grande parte devido ao número de partes interessadas que os compõe. Portanto, planejar e gerenciar partes interessadas é fator determinante de sucesso para projetos desta natureza. O presente artigo aborda tais questões em um ensaio teórico, que teve como objetivo discutir a integração de diferentes abordagens de gerenciamento de projetos para uma melhor gestão das partes interessadas em projetos de inovação aberta. A visão desenvolvida ao longo da última década propõe um alinhamento entre abordagens ágeis de gerenciamento de projetos e inovação aberta. Contudo, o modelo conceitual desenvolvido

mostra que as abordagens tradicionais podem também contribuir ao fornecerem um corpo de conhecimento estruturado, que proporciona apoio aos gerentes de projetos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gerenciamento de Projetos; Abordagens Ágeis; Abordagens Tradicionais; Inovação Aberta; Gestão das Partes Interessadas.

**ABSTRACT:** Open innovation is based on the sharing of information and knowledge with external actors. The complexity of open innovation projects is high in large part because of the number of stakeholders that compose them. Therefore, planning and managing stakeholders is a key determinant of success for projects of this nature. The present study is a theoretical essay, whose objective was to discuss the integration of different approaches of project management to better management of stakeholders in open innovation projects. The vision developed over the last decade proposes a greater alignment of agile approaches to open innovation. However, the conceptual model developed shows that traditional approaches can also contribute by providing a structured body of knowledge, which provides greater support to project managers.

**KEYWORDS:** Project Management; Agile Approaches; Traditional Approaches; Open Innovation; Stakeholders Management.

## 1 | INTRODUÇÃO

Durante muito tempo o processo de inovação foi desenvolvido com foco nos recursos internos da organização, havendo pouca interação e baixo acesso ao conhecimento externo (CLARK; WHEELWRIGHT, 1993; DODGSON; GANN; SALTER, 2006). Contudo, os crescentes avanços científicos e tecnológicos aumentaram a complexidade dos projetos. Isto desencadeou, por parte das organizações, a necessidade de acesso a conhecimentos externos, por meio de relacionamentos colaborativos com outros agentes (RICHARDSON, 1972; POWELL; KOPUT; SMITH-DOERR, 1996; HAGE; HOLLINGSWORTH, 2000). Esta mudança de perspectiva, onde as organizações podem e devem utilizar ideias externas da mesma forma que internas, e caminhos de mercado internos e externos, assim como olhar o avanço tecnológico, foi chamada por Chesbrough (2003) de inovação aberta. Ao abrir-se para o conhecimento externo, parceiros, clientes e / ou fornecedores podem contribuir significativamente para gerar ideias, identificar oportunidades e definir conceitos para futuros produtos, processos ou serviços.

O gerenciamento de projetos é parte integrante do processo de inovação e é apontado por alguns autores como sendo um dos domínios que oferece soluções simultâneas para ações complicadas requeridas por este processo (BOSCHERINI; CHIARONI; CHIESA; FRATTINI, 2010; PALUCHA, 2012; SCHIN, 2013). As abordagens de gerenciamento de projetos diferenciam-se entre si, entre outros critérios, pelo seu ciclo de vida. Em extremos, temos os projetos com ciclos de vida preditivos (direcionados ao planejamento) e, os projetos com ciclos de vida adaptativos (direcionados à mudança). Em função da sua complexidade, os projetos de inovação são geralmente conduzidos seguindo uma abordagem ágil, com aplicação de práticas emergentes em ciclos de vida adaptativos (SUTHERLAND, 2014). Contudo, o PMI introduziu em sua 5ª Edição do Guia PMBOK® (2013) a área de conhecimento do gerenciamento das partes interessadas do projeto. Apesar do PMBOK® estar mais alinhado ao gerenciamento tradicional de projetos, esta área de conhecimento ajuda a responder uma das questões essenciais da inovação aberta: como gerenciar as partes interessadas do projeto? Dada a carência de estudos com foco em como são gerenciados os projetos de inovação aberta (Srivannaboon; Munkongsujarit, 2016; Felin; Lakhani; Tushman, 2017), o presente ensaio tem como objetivo discutir a integração de diferentes abordagens de gerenciamento de projetos para uma melhor gestão das partes interessadas em projetos de inovação aberta.

## 2 | CONCEITOS, CLASSIFICAÇÕES E GRAU DE ABERTURA PARA INOVAÇÃO

Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou processo, novo método de marketing, novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas

relações externas. Durante muito tempo o processo de inovação foi desenvolvido com foco nos recursos internos da organização, havendo pouca interação e baixo acesso ao conhecimento externo (CLARK; WHEELWRIGHT, 1993; DODGSON ET AL., 2006). Mas os crescentes avanços científicos e tecnológicos aumentaram a complexidade dos projetos, trazendo a necessidade de conhecimentos externos, por meio de relacionamentos colaborativos com outros agentes (RICHARDSON, 1972; POWELL ET AL., 1996; HAGE; HOLLINGSWORTH, 2000).

De acordo o grau de controle que a empresa exerce sobre o processo, a inovação pode ser definida como fechada e aberta. De acordo com Chesbrough (2003), inovação fechada se dá internamente dentro das organizações. Neste modelo, profissionais das áreas de P&D buscam encontrar soluções para o desenvolvimento de novos produtos internamente, sem a interação com agentes externos. Assim, todos os processos de desenvolvimento de novos produtos, bem como sua comercialização, ocorrem dentro dos limites da empresa. Já na inovação aberta, a empresa precisa abrir suas fronteiras para permitir que o conhecimento possa fluir a partir do exterior, a fim de criar oportunidades para os processos cooperativos de inovação com parceiros, clientes e / ou fornecedores (CHESBROUGH, 2003; GASSMANN; ENKEL, 2004; DAHLANDER; GANN, 2010; CHESBROUGH; BOGERS, 2014). Entretanto, passar de um paradigma de inovação fechada para inovação aberta envolve abrir mão do controle para o sucesso da inovação. Com isso, deve-se acreditar que as ideias vindas de fora podem ter qualidade, disponibilidade e capacidade.

A inovação aberta avançou tanto na quantidade quanto na qualidade da pesquisa sobre o tema, na última década (WEST; SALTER; VANHAVERBEKE; CHESGROUGH, 2014). Sua concepção original foi aprimorada por meio de fluxos de conhecimento de entrada de outros frameworks e teorias em inovação, estratégia e economia. De acordo com Pisano e Verganti (2008), muitas vezes as empresas iniciam os relacionamentos com atores externos sem considerar sua estrutura e princípios organizacionais, ou seja, sua arquitetura colaborativa. Segundo Chiaromonte (2006), a cada organização cabe uma parte no processo estratégico de inovação. Muitas vezes, os parceiros possuem e usam diferentes competências para a gestão do projeto, sendo este definido como um esforço co-inovação. As redes de colaboração diferem significativamente no grau em que a adesão é aberta a qualquer um que quer se juntar. Pisano e Verganti (2008) propuseram quatro modos básicos de colaboração: uma rede fechada e hierárquica (um círculo de elite), uma rede aberta e hierárquica (uma alameda de inovação), uma rede aberta e plana (uma inovação comunidade), e uma rede fechada e plana (um consórcio). A governança varia entre os diferentes tipos de redes, em relação a forma como os problemas serão priorizados e resolvidos (West, 2014). Assim, o modo de colaboração a ser adotado deve ser uma opção da organização, relacionado ao tipo projeto que está sendo desenvolvido e seus objetivos.

Os projetos de inovação aberta podem ser baseados em expertise, projetos de ideação e projetos de tentativa e erro (TERWIESCH; XU, 2008). Respectivamente,

estes podem ser associados com a inovação incremental e disruptiva ou radical. São características dos projetos baseados em expertise: tarefas de engenharia com nenhuma incerteza em função de desempenho (solução previsível). Ex. Modificar um projeto de processo existente para atender a uma nova unidade de produção; são características dos projetos de ideação: problemas inovadores sem especificações claras, levando a incerteza na função de desempenho. Ex. Projeto de design da próxima geração de produtos; são características dos projetos de tentativa e erro: soluções para pesquisar problemas com metas bem definidas, com robustas opções de solução, criando incerteza em como melhorar uma solução. Ex. Uma pílula que reduz os cabelos grisalhos.

O processo de inovação aberta nas organizações irá aumentar o número de fontes de inovação. Isto requer uma maior capacidade de avaliar as tecnologias em estágio inicial. Além disso, a questão do avanço tecnológico pode representar um importante desafio para as organizações, pois pode ser difícil para os consumidores se adaptarem a novas tecnologias (CHESBROUGH, 2004). De acordo com Harhoff e Lakhani (2016), uma série de práticas relacionadas ao “crowd” e formas organizacionais mais “abertas” (como crowdfunding, crowdsourcing, produção por pares e comunidades, concursos de inovação e inovação de usuários), estão recebendo maior atenção na estratégia, organizações e literaturas de inovação. Na colaboração totalmente aberta, ou crowdsourcing, todos podem participar: fornecedores, clientes, designers, instituições de pesquisa, inventores, estudantes, entusiastas e concorrentes. Da parte do cliente, são muitos os motivos que levam a participar de iniciativas de inovação aberta. Como exemplos pode-se citar o desejo de competir por status, ou mesmo auto interesse do participante como usuário-final do produto em questão (VON HIPPEL 2005; FRANZONI; SAUERMAN, 2013; FELIN ET AL., 2017).

Os concursos de inovação são frequentemente utilizados como recursos para inovação aberta (PILLER; WALCHER, 2006; TERWIESCH; XU, 2008; FELIN ET AL., 2017). Eles consistem em torneios de inovação, onde muitos indivíduos ou equipes apresentam planos ou protótipos a uma empresa inovadora. Contudo, de acordo com Piller e Walcher (2006) apenas 10% das ideias em concursos de inovação correspondem a ideias novas, radicais, tendo potencial para expandir e mudar o espectro de negócios da empresa. Destes 10%, as ideias de especialistas são mais sofisticadas do que a dos consumidores. Os usuários principais podem estar contribuindo em diferentes subfases iniciais no projeto de inovação aberta (ENKEL, 2007). É possível identificar a contribuição de clientes para a geração de ideias, identificação de oportunidades e definição de conceitos para o futuro produto, processo ou serviço. Entretanto, Enkel, Prez-Freije e Gassmann (2005) esclarecem que a intensidade e a forma de integração do cliente podem variar em cada etapa do processo de inovação.

Em estudo mais recente, Appleyard e Chesbrough (2016) esclarecem que a longevidade das iniciativas abertas pode ser reduzida à medida que as organizações optam pela captura de valor (abordagem proprietária da inovação), em relação à

criação de valor cooperativo (abordagem aberta). Como desafios para a inovação aberta, Parida et al. (2014) falam sobre: perda de competitividade, em função da abertura dos limites para outras empresas na cadeia de valor; direitos de propriedade intelectual; mudança na cultura organizacional; desenvolvimento de uma colaboração ganha-ganha; e, colaboração com pequenas empresas, devido ao seu conhecimento especializado e profundo.

### **3 | GERENCIAMENTO DE PROJETOS: DOS CICLOS DE VIDA PREDITIVOS AO DESENVOLVIMENTO ÁGIL**

Projetos podem ser definidos como uma combinação de recursos humanos e não humanos juntos, em uma organização temporária para alcançar determinado objetivo (CLELAND; KERZNER, 1985). Outros autores como como Packendorf (1995), Lundin e Söderholm (1995), Lindner e Wald (2010) e Turner, Anbari e Bredillet (2013) também relacionam os projetos como empreendimentos que se apresentam como organizações temporárias, com objetivos específicos. Algumas associações profissionais na área desenvolveram definições mais detalhadas e específicas para projetos. De acordo com o PMI (2013), projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo; AXELOS (2017) define projeto como uma organização temporária que é criada com o objetivo de entregar um ou mais produtos empresariais de acordo com um caso de negócios acordado; a APM (2006) define projeto como sendo um esforço único, transitório comprometido em alcançar os objetivos planejados; segundo a IPMA (2015) um projeto é um esforço único, temporário, multidisciplinar e organizado para realizar entregas acordadas dentro de requisitos e restrições predefinidos.

O gerenciamento de projetos tem sido cada vez mais utilizado nas organizações como forma de gerar resultados de qualidade, considerando aspectos de prazos, custos e satisfação das partes interessadas, no contexto do projeto. Ele consiste na aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto, a fim de atender seus objetivos (PMI, 2013). A tarefa de gerenciar um projeto passa por equilibrar restrições conflitantes, que variam de acordo com características e circunstâncias específicas de cada projeto. Exemplos de restrições são o escopo, os prazos, os custos, entre outros. O corpo de conhecimento em gerenciamento de projetos, proposto pelo Project Management Institute (PMI), é chamado PMBOK® GUIDE. De acordo com Da Rosa e Esteves (2017), esta é uma bibliografia obrigatória para quem trabalha e pesquisa sobre gerenciamento de projetos, pois contempla os principais aspectos e todos os processos envolvidos na tarefa de cientificamente gerenciar projetos. Além disso, o PMI é a maior associação mundial de profissionais em gerenciamento de projetos, o que torna o PMBOK® um dos padrões mais conhecidos para o gerenciamento de projetos (SRIVANNABOON; MUNKONGSUJARIT, 2016).

Neste guia estão contidos os 47 processos que apoiam o gerenciamento de projetos ao longo de todo o seu ciclo de vida. Os processos descritos no PMBOK® GUIDE estão agrupados em cinco categorias: processos de iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento (PMI, 2013). Estes processos pertencem a 10 áreas de conhecimento distintas. Uma área de conhecimento representa um conjunto completo de conceitos, termos e atividades de um campo profissional. As áreas de conhecimento são: gerenciamento da integração do projeto, do escopo, do tempo, da qualidade, dos recursos humanos, das comunicações, dos riscos, das aquisições e das partes interessadas do projeto (PMI, 2013).

Ao fim, um projeto será considerado bem-sucedido se atender ou exceder as expectativas das partes interessadas, mediante aprovação formal. Segundo de Moura e Diniz (2016), os projetos ainda contam com uma característica singular, que é o fato de os times envolvidos serem sempre temporários e se remontarem a cada novo projeto com uma nova configuração, novo arranjo, tanto físico quanto social. Por isso, todas as informações relevantes ao projeto são registradas durante seu ciclo de vida. Isto irá compor um repositório de lições aprendidas, que será utilizado pela organização para projetos futuros, compondo um importante ativo organizacional. O ciclo de vida do projeto é constituído de fases pelas quais um projeto passa, do início ao término. Estas fases são determinadas pelo nível de gerenciamento e controle requerido pelas organizações, pelo tipo de projeto e pela área de aplicação do produto ou serviço que está sendo desenvolvido. Independente da complexidade do projeto, as seguintes fases podem ser propostas para um ciclo de vida genérico: início do projeto, organização e preparação, execução do trabalho do projeto e encerramento do projeto. Na fase inicial do desenvolvimento de um projeto, geralmente haverá maior incidência de riscos e menor alocação de recursos financeiros. Isto ocorre em função de que nesta fase o escopo total do projeto ainda pode ser desconhecido e, a equipe estará mais focada em se aprofundar neste conhecimento e planejar o projeto. À medida que o projeto avança, o escopo se torna melhor conhecido e as tarefas começam a ser realizadas pela equipe. Com isto, os riscos vão diminuindo e as alocações de recursos financeiros vão sendo executadas. Por fim, os produtos ou serviços demandados do projeto são entregues e aceitos pelas partes interessadas e, a equipe se desfaz. Neste ponto os custos do projeto caem rapidamente (PMI, 2013).

Em extremos, o ciclo de vida do projeto pode variar desde abordagens previsíveis ou direcionadas por um plano, até abordagens adaptativas ou acionadas por mudanças. Em um ciclo de vida previsível, o produto e as entregas são definidas no início do projeto e quaisquer mudanças no escopo são cuidadosamente gerenciadas. Já nos ciclos de vida adaptativos, o produto é desenvolvido através de múltiplas iterações e um escopo detalhado é definido para cada iteração somente no início da mesma (PMI, 2013). De acordo com The Standish Group (2015), no relatório “The CHAOS Manifesto”, apenas 29% dos projetos podem ser caracterizados como bem-sucedidos (no prazo, no orçamento e com um resultado satisfatório). Para trabalhar com aumento

da complexidade em projetos, as empresas precisam buscar soluções adaptativas, dando espaço para as práticas emergentes – aquelas que surgem especificamente para resolver um problema. Com isso, têm-se focado no desenvolvimento de projetos menores com equipes pequenas e maior proximidade com o cliente (CONFORTO; BARRETO; AMARAL; REBENTISCH, 2015). Além disso, quando a inovação aparece combinada com complexidade ou ambientes distribuídos, um impasse se estabelece. Em se tratando de projetos com muitos clientes e partes interessadas, ou a distância deles e, ao mesmo tempo, a dependência entre pacotes de trabalho, a gestão das interfaces pode requerer mais disciplina (CONFORTO ET AL., 2015).

O Scrum é a metodologia ágil mais utilizada no mundo (VERSIONONE INC., 2015). Ele reúne atividades de monitoramento e feedback e reuniões rápidas e diárias, visando identificação e correção de quaisquer deficiências e / ou impedimentos na execução dos projetos (SCHWABER, 2004). O Scrum se baseia em três pilares: transparência, inspeção e adaptação. Historicamente, o termo Scrum surgiu em um artigo publicado por Takeuchi e Nonaka (1986). Neste artigo, os autores descreveram uma abordagem holística na qual equipes de projeto são compostas de pequenas equipes multifuncionais, trabalhando com sucesso rumo a um objetivo comum. Estas equipes foram comparadas pelos autores à formação Scrum em jogos de rugby. O Framework Scrum que está fundamentado em termos de fluxo, papéis, cerimônias e artefatos:

Cada componente dentro do Framework serve a um propósito específico e é essencial para o uso e o sucesso do Scrum. O tamanho ideal da equipe deve ser pequeno o suficiente para se manter ágil e grande o suficiente para completar uma parcela significativa do trabalho. Os times no Scrum são auto organizáveis e multifuncionais. Estas equipes escolhem a melhor forma para completarem seu trabalho, em vez de serem dirigidas por outros de fora da equipe. Os membros da equipe possuem todas as competências necessárias para entregar produtos de forma iterativa e incremental. Estas entregas garantem que uma versão funcional do produto do trabalho esteja sempre disponível. As cerimônias do Scrum são usadas para criar uma rotina e minimizar a necessidade de reuniões não definidas. Estes eventos são projetados para permitir a inspeção e adaptação do produto.

#### **4 | GERENCIAMENTO DAS PARTES INTERESSADAS DO PROJETO**

Durante muito tempo, uma das principais funções dos gerentes de projetos era a de “acalmar” as partes interessadas e trazer o foco para os detalhes da gestão de projetos. Atualmente a necessidade é que estas partes interessadas possam ser capacitadas para que tenham um aporte significativo para o empenho do projeto, para incentivar a “interferência” de não especialistas no domínio dos gerentes (ROWLINSON; CHEUNG, 2008). A administração das partes interessadas para garantir o atingimento dos objetivos de uma empresa, foi pela primeira vez citada por Freeman (2013). De

acordo com de Vasconcellos Dullius e Macadar (2014) este é basicamente o mesmo conceito adotado pelo PMI (2013), sem fazer referência direta de origem do conceito. Este novo olhar acerca das partes interessadas do projeto envolve muita atenção no domínio da pesquisa em gerenciamento de projetos e também no conhecimento do negócio (OPPONG; CHAN; DANSOH, 2017). Alinhando esta expectativa, o gerenciamento das partes interessadas do projeto foi incluído no PMBOK GUIDE® como uma área de conhecimento em sua quinta edição de 2013. O gerenciamento das partes interessadas, conforme proposto pelo PMI (2013) é composto de quatro processos, a saber: identificar as partes interessadas, trata-se de identificar as pessoas, grupos ou organizações que podem impactar ou ser impactados pelo projeto (seja por uma decisão, atividade ou resultado). Nesta etapa são analisadas e documentadas as informações relevantes quanto aos interesses, nível de engajamento, interdependências, influência e seu impacto no bom andamento do projeto; planejar o gerenciamento das partes interessadas, desenvolvem-se estratégias adequadas para engajar cada uma das partes interessadas de maneira eficaz ao longo de todo ciclo de vida do projeto, baseando-se nas suas informações levantadas na primeira etapa; gerenciar o engajamento das partes interessadas, envolve a comunicação com as partes interessadas para atender às suas necessidades e expectativas, abordando as questões e incentivando o engajamento apropriado ao longo do ciclo de vida do projeto; e, controlar o engajamento das partes interessadas, inclui o monitoramento dos relacionamentos das partes interessadas do projeto e os ajustes das estratégias e de planos para o engajamento das partes interessadas.

Os métodos ágeis trabalham a questão das partes interessadas seguindo os princípios de auto-organização, multifuncionalidade e agregação de valor ao cliente (SUTHERLAND, 2014). Apello (2011) fornece um Framework, baseado em seis visões que poderiam ser incorporadas à gestão ágil das partes interessadas: energizar pessoas, empoderar times, alinhar restrições, desenvolver competências, estruturar e melhorar tudo. Contudo, não há um aprofundamento desta abordagem no que tange a gestão das partes interessadas internas e externas do projeto. Dias, Jeunon e da Cunha Duarte (2016) apontam algumas facilidades e dificuldades na gestão das partes interessadas do projeto. Como facilidades estão a quebra de resistências na solução de problemas, o aumento do suporte ao projeto, a padronização das informações e a comunicação sobre o status atual e necessidades reais do projeto. Como dificuldades ressaltam-se a gestão dos conflitos gerados pelos interesses particulares de cada grupo de stakeholders relevantes, o mapeamento completo das partes interessadas, as aprovações, o levantamento de requisitos, a gestão dos riscos, o alinhamento das expectativas e sincronização da gestão das demandas de cada equipe envolvida no projeto.

Com base em estudo empírico, de Bem Noro (2012) atesta que apesar da gestão eficaz das partes interessadas estar ganhando importância, a questão ainda é abordada de maneira informal pela organização, sem grandes preocupações com

o relacionamento dos atores chave no projeto. Em contrapartida, Gomes, de Oliveira Pazeto, Tractenberg e Junior (2017) ressaltam que a má gestão das partes interessadas pode acarretar desde pequenas alterações na estrutura do projeto até a inviabilidade do mesmo. Assim, procurar saber quais os motivos levam a essas falhas é essencial para que o projeto tenha a possibilidade de começar e se manter dentro do que foi estipulado.

## **5 | METODOLOGIA**

Um ensaio teórico caracteriza-se pela sua natureza reflexiva e interpretativa, diferente da forma classificatória da ciência. De acordo com Meneguetti (2011), o ensaio valoriza às mudanças qualitativas que ocorrem nos objetos ou fenômenos analisados pelos ensaístas. O ensaio não requer um sistema ou modelo específico, pois seu princípio está nas reflexões em relação aos próprios sistemas ou modelos. Ele permite a busca por novos enfoques e interação permanente com os próprios princípios da forma (MENEGUETTI, 2011). A característica mais elementar do ensaio é a originalidade, que pode estar na argumentação, na escolha do objeto de análise, no recorte dado à análise, na abordagem epistemológica, na subversão da racionalidade dominante, relacionada ao tema (MENEGUETTI, 2011).

Em função dos atuais desafios que se apresentam para a adoção da inovação aberta (PARIDA ET AL. 2014; OVANESSOFF ET AL., 2015; SCHWAB, 2016), buscou-se na literatura encontrar publicações que pudessem dar o suporte à questão. Assim, o presente ensaio tem como objetivo discutir a integração de diferentes abordagens de gerenciamento de projetos para uma melhor gestão das partes interessadas em projetos de inovação aberta.

## **6 | ANÁLISE E DISCUSSÃO: O GERENCIAMENTO DAS PARTES INTERESSADAS EM PROJETOS DE INOVAÇÃO ABERTA**

A definição de uma estratégia efetiva para o tratamento das partes interessadas em projetos é fundamental, considerando que a adoção da inovação aberta ganha cada vez mais relevância no contexto organizacional. Quando este processo é fechado, o equilíbrio entre poder e influência de partes interessadas é mais fácil de ser gerido, pois tratam-se apenas das pessoas da organização. Entretanto, no momento que a organização estende os limites do projeto permitindo que outros participantes possam contribuir, a complexidade aumenta e, conseqüentemente outra abordagem deve ser adotada.

Por exemplo, partindo-se do pressuposto que a inovação aberta pode fazer com que a organização saia de um grau de inovação incremental, para disruptiva ou radical, pode-se cogitar que isso se aplica a qualquer tipo de projeto. Contudo, Salge, Farchi,

Barrett e Dopson (2013) descobriram que, em geral, os retornos em nível de projeto de pesquisa aberta tendem a ser maiores quando (1) o projeto é de natureza explorative (aprendizagem gerada) ao invés de exploitative (aprendizagem existente); (2) quando o projeto é coordenado por um líder com mais experiências anteriores em DNP e, (3) quando o ambiente do projeto DNP é mais apoiador. Este tema leva a proposição 1 do estudo: no portfólio de projetos da organização, é necessário identificar o tipo de projeto que está sendo conduzido, para que possa determinar se ele será conduzido internamente ou irá contar com a participação de partes externas.

Pode-se também ponderar que quanto maior o número de partes interessadas, mais impactante será o produto ou serviço gerado pelo projeto. Contudo, Praest e Bøtker (2011) alertam que o nível de abertura do projeto não incidirá necessariamente em maior desempenho no desenvolvimento de produtos, pelo contrário, fará com que os custos sejam maiores e os projetos se tornem mais lentos.

Em oposição, Tranekjer e Søndergaard (2013) defendem que empresas com uma maior mistura de fontes (de mercado e científicas), tendem a diminuir custos. Porém, nem sempre a colaboração com fontes externas traz benefícios, principalmente em projetos mais longos. Além disso, a colaboração com fornecedores de uma base de conhecimento similar é benéfica, porém uma maior integração com fornecedores diminui o grau de novidade do produto. Este tema leva as proposições 2 e 3 do estudo: em projetos de inovação aberta, é necessário planejar o gerenciamento das partes interessadas do projeto; em projetos de inovação aberta, é necessário identificar as competências necessárias para que a equipe possa atingir aos objetivos propostos para o projeto.

Além dos desafios que se apresentam para inovação aberta no âmbito físico, atualmente ainda há a possibilidade de uma aproximação com o ambiente virtual. Em seu estudo Kohler, Matzler e Füller (2009) exploram oportunidades de inovação do mundo virtual para o mundo real. A utilização de mundos virtuais representa uma oportunidade para que as empresas possam interagir com os clientes ao longo do processo de desenvolvimento de novos produtos. Isto pode trazer melhorias para os esforços de inovação, em função do envolvimento e co-criação com uma representação visual dos próprios clientes efetivos ou potenciais. Este tema leva as proposições 4, 5 e 6 do estudo: em projetos de inovação aberta, é necessário localizar as partes interessadas entre as redes de colaboração/inovação que a empresa está envolvida; em projetos de inovação aberta, é necessário que se desenvolva uma estratégia para engajar as partes interessadas; em projetos de inovação aberta é necessário que se tenha um controle do engajamento das partes interessadas.

Conforme mencionado anteriormente, embora os projetos ágeis ofereçam uma estrutura orgânica e flexível, em oposto as estruturas tradicionais que são caracterizadas por serem mecânicas, burocráticas e formais, eles carecem de uma estrutura teórica e de desenvolvimento mais robusta. As proposições geradas no presente estudo são graficamente expostas na Figura 1 e, representam a fusão da

base de conhecimento preditiva, com o gerenciamento das partes interessadas do projeto, num ciclo de vida orientado à prática do gerenciamento ágil para projetos de inovação aberta:

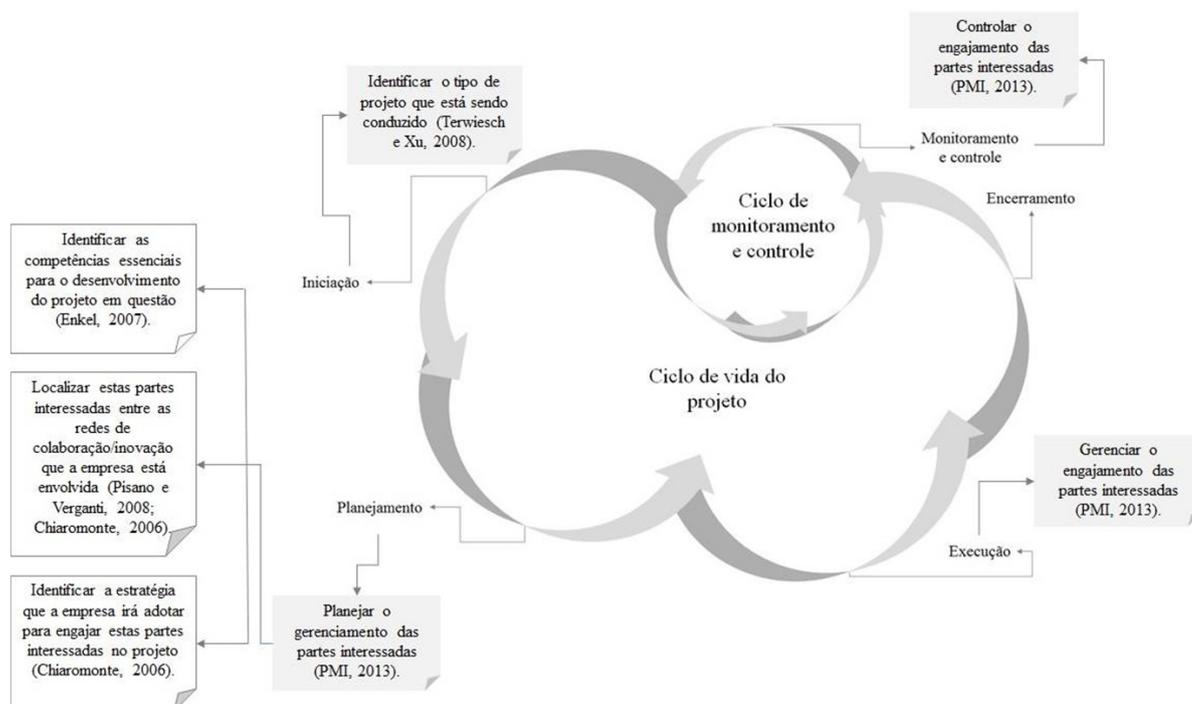


Figura 1 – Projeto com ciclo de vida adaptativo.

Fonte: Elaboração própria.

Conforme mostrado na Figura 1, na fase de iniciação o projeto é enquadrado em uma das categorias propostas por Terwiesch & Xu (2008): projeto baseado em expertise, ideação ou tentativa e erro. Dependendo desta classificação, o projeto poderá requerer um maior número de partes interessadas, que deverão ser gerenciadas durante todo o seu ciclo de vida. São exemplos os projetos de ideação ou tentativa e erro, onde a complexidade é maior.

Outra mudança foi que na fase de iniciação, o processo de “Identificar as partes interessadas” foi removido. Isso foi feito porque a identificação de partes interessadas, no contexto da inovação aberta, deve ocorrer de forma alinhada às necessidades de competências relacionadas ao projeto a ser desenvolvido. Ou seja, não se trata mais de apenas identificar as partes interessadas do projeto, mas sim de identificar as partes externas necessárias para o seu desenvolvimento. Logo, este processo requer um melhor entendimento do projeto a ser desenvolvido e, também, das competências necessárias para tal.

Com isso, na fase de planejamento ocorre o “Planejamento das partes interessadas do projeto” (PMI, 2013). Entretanto, de acordo com o tipo de projeto identificado na etapa anterior, é necessário também que sejam executadas as seguintes tarefas: identificar as competências essenciais para o desenvolvimento do projeto em questão (ENKEL, 2007); localizar estas partes interessadas entre as redes

de colaboração / inovação que a empresa está envolvida (PISANO E VERGANTI, 2008; CHIAROMONTE, 2006); e, identificar a estratégia que a empresa irá adotar para engajar estas partes interessadas no projeto (CHIAROMONTE, 2006). As fases de execução e monitoramento e controle permanecem da mesma forma como proposto no PMBOK® GUIDE (PMI, 2013), com os processos de: “Gerenciar o engajamento das partes interessadas” e, “Controlar o engajamento das partes interessadas”. No contexto da inovação aberta o gerenciamento das partes interessadas passa a orientar como gerentes de projetos e suas equipes podem buscar agentes externos com as competências necessárias para o desenvolvimento do projeto. Isso pode ser realizado sem perder as características do gerenciamento ágil de projetos.

## 7 | CONCLUSÕES

O objetivo deste estudo foi o de discutir a integração de diferentes abordagens de gerenciamento de projetos para uma melhor gestão das partes interessadas em projetos de inovação aberta. Com base nas teorizações dos temas inovação aberta, gerenciamento de projetos tradicional e ágil e gestão das partes interessadas, foi possível identificar algumas proposições para o gerenciamento das partes interessadas em projetos de inovação aberta. Estas proposições foram apresentadas na forma de um modelo teórico conceitual. Este modelo teve como plano de fundo o ciclo de vida adaptativo das abordagens ágeis, integrando os processos padrão do gerenciamento das partes interessadas com o refinamento necessário para aplicação em projetos de inovação aberta, de acordo com aspectos relevantes identificados na literatura. Com isso, a expectativa é que se tenha um melhor desempenho do projeto por meio das partes que o compõe.

Como limitações deste estudo, pode-se mencionar que o modelo teórico conceitual não explorou em profundidade cada uma das proposições levantadas. Entende-se que cada elemento apresentado no modelo poderia ser estudado em profundidade, com literatura específica. Trabalhos empíricos, com o intuito de validar as proposições apresentadas no modelo são sugeridos como estudos futuros. Outros trabalhos estariam relacionados a mensurar a relação entre as proposições apresentadas e o desempenho dos projetos de inovação aberta.

## REFERÊNCIAS

APM, Association for Project Management. **APM Body of Knowledge**. 5nd ed. Princes Risborough, UK: Autor, 2006.

APPELO, J. **Management 3.0: leading Agile developers, developing Agile leaders**. Boston, MA: Addison-Wesley, 2011.

APPLEYARD, M. M.; CHESBROUGH, H. W. **The dynamics of open strategy: from adoption to reversion**. Long Range Planning, v. 50, n. 3, p. 310-321, 2017.

AXELOS. **Managing Successful Projects with PRINCE2**. Londres, UK: The Stationery Office Books, 2017.

BOSCHERINI, L.; CHIARONI, D.; CHIESA, V.; FRATTINI, F. **How to use pilot projects to implement Open Innovation**. International Journal of Innovation Management, v. 14, n. 06, p. 1065-1097, 2010.

CHESBROUGH, H. **The era of open innovation**. MIT Sloan Management Review, v. 44, n. 3, p. 45-41, 2003.

\_\_\_\_\_. **Managing open innovation**. Research-Technology Management, v. 47, n. 1, p. 23-26, 2004.

CHESBROUGH, H.; BOGERS, M. Explicating Open Innovation: Clarifying an Emerging Paradigm for Understanding Innovation. In CHESBROUGH, H.; VANHAVERBEKE, W.; WEST, J.; EDS. **New frontiers in open innovation**. Oxford: Oxford University Press, p. 3-28, 2014.

CHIAROMONTE, F. **Open innovation through alliances and partnership: theory and practice**. International Journal of Technology Management, v.33, n. 2-3, p. 111-114, 2006.

CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. **Managing new product and process development**. New York: The Free Press, 1993.

CLELAND, D. I.; KERZNER, H. **A project management dictionary of terms**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1985.

CONFORTO, E.; BARRETO, F.; AMARAL, D. C.; REBENTISCH, E. **Modelos Híbridos: unindo complexidade, agilidade e inovação**. Revista Mundo PM, v. 11, n. 64, p. 10-17, 2015.

DA ROSA, J. P. C.; ESTEVES, P. C. L. **Gestão das Partes Interessadas no Contexto das Metodologias de Gestão de Projetos**. Revista Espacios, v. 38, n. 21, 2017.

DAHLANDER, L.; GANN, D. M. **How open is innovation?** Research policy, v. 39, n. 6, p. 699-709, 2010.

DIAS, A. M. M.; JEUNON, E. E.; DA CUNHA DUARTE, L. **Gestão das Expectativas das Partes Interessadas: Um Estudo da Percepção dos Profissionais em Gestão de Projetos**. Revista Inovação, Projetos e Tecnologias, v. 4, n. 2, p. 208-222, 2016.

DE BEM NORO, G. **A gestão de stakeholders em gestão de projetos**. Revista de Gestão e Projetos-GeP, v. 3, n. 1, p. 127-158, 2012.

DE MOURA, R. L.; DINIZ, B. D. **Analisando Projetos através das Práticas: Um Ensaio Teórico**. Revista de Gestão e Projetos-GeP, v. 7, n. 2, p. 34-41, 2016.

DE VASCONCELLOS DULLIUS, P. A.; MACADAR, M. A. **Gestão de Projetos e Estudos Organizacionais: Dois Lados da Mesma Moeda**. Revista de Gestão e Projetos-GeP, v. 5, n. 1, p. 100, 2014.

DODGSON, M.; GANN, D.; SALTER, A. **The role of technology in the shift towards open innovation: the case of Procter & Gamble**. R&D Management, v. 36, n. 3, p. 333-346, 2006.

ENKEL, E. **The optimal way to cooperate: Scientific analysis underlines the successful concept**. ABB Review, v. 3, p. 6-8, 2007.

ENKEL, E.; PEREZ-FREIJE, J.; GASSMANN, O. **Minimizing market risks through customer**

- integration in new product development:** learning from bad practice. Creativity and Innovation Management, v. 14, n. 4, p. 425-437, 2005.
- FELIN, T.; LAKHANI, K. R.; TUSHMAN, M. L. **Firms, crowds, and innovation.** Strategic Organization, v. 15, n. 2, p. 119-140, 2017.
- FRANZONI, C.; SAUERMAN, H. **Crowd science:** The organization of scientific research in open collaborative projects. Research Policy, v. 43, n. 1, p. 1-20, 2014.
- GASSMANN, O.; ENKEL, E. **Towards a theory of open innovation:** three core process archetypes. In R&D management conference, v. 6, p. 1-18, 2004.
- FREEMAN, R. E. **Strategic Management: A Stakeholder Approach** [Kindle Edition]. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- GOMES, M. B.; DE OLIVEIRA PAZETO, A. B.; TRACTENBERG, L. E. F.; JUNIOR, L. P. P. **Gestão de stakeholders (GS) no gerenciamento de projetos (GP):** casos múltiplos sob a luz do PMBOK. South American Development Society Journal, v. 3, n. 07, p. 158-173, 2017.
- HAGE, J.; HOLLINGSWORTH, R. **A strategy for the analysis of idea innovation networks and institutions.** Organization Studies, v. 21, p. 971-1004, 2000.
- HARHOFF, D.; LAKHANI, K. R.; EDS. **Revolutionizing innovation:** Users, communities, and open innovation. Cambridge, MA: MIT Press, 2016.
- IPMA, International Project Management Association. **IPMA Individual Competence Baseline Version 4.0.** Amsterdam: Autor, 2015.
- KOHLER, T.; MATZLER, K.; FÜLLER, J. **Avatar-based innovation:** Using virtual worlds for real-world innovation. Technovation, v. 29, n. 6-7, p. 395-407, 2009.
- LINDNER, F.; WALD, A. **Success factors of knowledge management in temporary organizations.** International Journal of Project Management, v. 29, n. 7, p. 877-888, 2011.
- LUNDIN, R. A.; SÖDERHOLM, A. **A theory of the temporary organization.** Scandinavian Journal of Management, v. 11, n. 4, p. 437-455, 1995.
- MENEGHETTI, F. K. **O que é um ensaio-teórico?** RAC-Revista de Administração Contemporânea, v. 15, n. 2, 2011.
- OPPONG, G. D.; CHAN, A. P.; DANSOH, A. **A review of stakeholder management performance attributes in construction projects.** International Journal of Project Management, v. 35, n. 6, p. 1037-1051, 2017.
- OVANESSOFF, A.; PLASTINO, E.; FALEIRO, F. **Por que o Brasil precisa aprender a confiar na inovação colaborativa.** São Paulo, SP. Accenture, 2015.
- PACKENDORFF, J. **Inquiring into the temporary organization:** new directions for project management research. Scandinavian journal of management, v. 11, n. 4, p. 319-333, 1995.
- PAŁUCHA, K. **Innovation process management.** Archives of Materials Science and Engineering, v. 58, n. 1, p. 33-39, 2012.
- PARIDA, V.; OGHAZI, P.; ERICSON, Å. **Realization of Open Innovation: A Case Study in the Manufacturing Industry.** Journal of Promotion Management, v. 20, n. 3, p. 372-389, 2014.

- PILLER, F. T.; WALCHER, D. **Toolkits for idea competitions: A novel method to integrate users in new product development.** R and D Management, v. 36, n. 3, p. 307-318, 2006.
- PISANO, G. P.; VERGANTI, R. **Which kind of collaboration is right for you.** Harvard Business Review, v. 86, n. 12, p. 78-86, 2008.
- PMI, Project Management Institute. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge.** 5nd ed. Filadélfia, PA: Autor, 2013.
- PISANO, G. P.; VERGANTI, R. **Which kind of collaboration is right for you?** Harvard Business Review, v. 86, n. 12, p. 78–86, 2008.
- PRAEST, K. M.; BØTKER M. T. **Some immediate but negative effects of openness on product development performance.** Technovation, v. 31, n. 1, p. 54-64, 2011.
- POWELL, W.; KOPUT, K. W.; SMITH-DOERR, L. **Interorganizational collaboration and the locus of innovation: networks of learning in biotechnology.** Administrative Science Quarterly, v. 41, p. 116-145, 1996.
- RICHARDSON, G. B. **The organization of industry.** Economic Journal, v. 82, n. 327, p. 883-896, 1972.
- ROWLINSON, S.; CHEUNG, Y. K. F. **Stakeholder management through empowerment: modelling project success.** Construction Management and Economics, v. 26, n. 6, p. 611-623, 2008.
- SCHWAB, K. **The Global Competitiveness Report 2016–2017.** Genebra: W.E. Forum, 2016.
- SALGE, T.O.; FARCHI, T.; BARRETT, M. I.; DOPSON, S. **When does search openness really matter? A contingency study of health-care innovation projects.** Journal of Product Innovation Management, v. 30, n. 4, p. 659-676, 2013.
- SCHWABER, K. **Agile project management with Scrum.** Redmond, WA: Microsoft Press, 2004.
- SHIN, K. S. **Adaptive Framework for Designing R&D Project Management Process Using Cloud Computing Technology.** Journal of Society for e-Business Studies, v. 18, n. 4, 2013.
- SRIVANNABOON, S.; MUNKONGSUJARIT, S. **Project management and project portfolio management in open innovation: Literature review.** In Management of Engineering and Technology (PICMET), Portland International Conference on, p. 2002-2007, 2016.
- SUTHERLAND, J. **Scrum - a arte de fazer o dobro de trabalho na metade do tempo.** Rio de Janeiro, RJ: LEYA Editora Ltda., 2014.
- TAKEUCHI, H.; NONAKA, I. **The new new product development game.** Harvard Business Review, v. 64, n. 1, p. 137-146, 1986.
- TERWIESCH, C.; XU, Y. **Innovation contests, open innovation, and multiagent problem solving.** Management Science, v. 54, n. 9, p. 1529-1543, 2008.
- THE STANDISH GROUP. **The CHAOS Manifesto.** Boston, MA: Autor, 2015.
- TRANEKJER, T. L.; SØNDERGAARD, H. A. **Sources of innovation, their combinations and strengths–benefits at the NPD project level.** International Journal of Technology Management v. 12, 61, n. 3/4, p. 205-236, 2013.
- TURNER, R.; ANBARI, F.; BREDILLET, C. **Perspectives on research in project management: the**

**nine schools.** Global Business Perspectives, v. 1, n. 1, p. 3-28, 2013.

VERSIONONE, INC. **9TH Annual State of Agile™ Survey.** Disponível em: <http://info.versionone.com/state-of-agile-development-survey-ninth.html>. Acesso em 02/05/2015, 2015.

VON HIPPEL, E. A. **Democratizing innovation.** Cambridge, MA: The MIT Press, 2005.

WEST, J. Challenges of Funding Open Innovation Platforms: Lessons from Symbian Ltd. In Chesbrough H.; Vanhaverbeke W.; West J. **New Frontiers in Open Innovation**, Oxford: Oxford University Press, p. 29-49, 2014.

WEST, J.; SALTER, A.; VANHAVERBEKE, W.; CHESBROUGH, H. **Open innovation: The next decade.** Research Policy, v. 43, n. 5, p. 805-811, 2014.

## GERENCIAMENTO DE PROJETOS: COMPARATIVO BIBLIOMÉTRICO DOS ANAIS DE CONGRESSOS BRASILEIROS NA ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO E ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

### Ronielson Rezende Oliveira

Universidade FUMEC, Belo Horizonte, Minas Gerais

### Patricia Souza Amaral Tardivo Boldorini

Universidade FUMEC, Belo Horizonte, Minas Gerais

### Henrique Cordeiro Martins

Universidade FUMEC, Belo Horizonte, Minas Gerais

### Alexandre Teixeira Dias

Universidade FUMEC, Belo Horizonte, Minas Gerais

**RESUMO:** Este artigo analisou a produção científica no tema do Gerenciamento de Projetos no período de 2004 a 2014. A unidade de análise é constituída por artigos publicados nos anais do Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração (EnANPAD) e do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) nos últimos onze anos. Os resultados apontam que o foco teórico está na discussão de como os fundamentos do gerenciamento de projetos são utilizados pelos praticantes, pois o subtema de maior interesse identificado neste estudo foi a ‘Aplicação das Práticas’, seguido do subtema ‘Ferramentas e Técnicas’. O artigo também destaca que a agenda de pesquisa possui pesquisadores

brasileiros regulares e frequentes na temática, os quais retratam o gerenciamento de projetos em função das variáveis típicas e exclusivas do Brasil. Em função das referências bibliográficas mais citadas nos artigos analisados, confirma-se a relevância dos periódicos referenciados de acordo com a classificação CAPES *WebQualis* e presença na base de dados SCOPUS *Journal Metrics* com os índices *Impact per Publication* (IPP) e *SCImago Journal Rank* (SJR). Por fim, constata-se que existe pouco interesse nos estudos em gerenciamento de projetos pelos pesquisadores brasileiros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gerenciamento de Projetos; Produção Científica Brasileira; Anais de Congressos; Pesquisa Bibliográfica; Mapeamento Bibliométrico.

**ABSTRACT:** This paper examined the scientific production on the subject of Project Management from period 2004 to 2014. The unit of analysis is composed of articles published in the Brazilian annals of the Meeting of the National Association of Graduate Studies and Research in Administration (EnANPAD) and the Meeting of the National Production Engineering (ENEGEP) in the last 11 years. The results show that the theoretical focus is in the discussion of how the fundamentals of project management are used by practitioners, because of the sub-theme of greatest interest identified in this study

was the 'Application of Practices', followed by the sub-theme 'Tools and Techniques'. The paper also points out that the research agenda has Brazilian researchers regularly and frequently in the theme, which depict the project management function of typical and unique variables in Brazil. Depending on the most cited references in the articles analyzed, confirms the importance of the journals referenced in accordance with the classification CAPES WebQualis and presence in SCOPUS Journal Metrics database with the indices Impact per Publication (IPP) and SCImago Journal Rank (JRS). Finally, it appears that there is little interest in project management studies by Brazilian researchers.

**KEYWORDS:** Project Management; Brazilian Scientific Production; Annals of Congress; Literature Search; Bibliometric Mapping.

## 1 | INTRODUÇÃO

Por cerca de 35 anos (1960 a 1995) a gestão de projetos foi considerada um processo inovador, mas estava muito longe de ser vista como essencial à sobrevivência da empresa (KERZNER, 2006). Shenhar e Dvir (2007), suscitam que a situação atual mudou para melhor, visto projetos serem uma forma poderosa para criar valor econômico e vantagem competitiva nas empresas. Então, o gerenciamento de projetos está cada vez mais presente nas organizações (SHENHAR; DVIR, 2007). Empresas ao redor do mundo estão investindo no treinamento de seus funcionários, com o objetivo de melhorar o controle sobre seus projetos (PATAH; CARVALHO, 2009) e com isso, as equipes de projetos estão se tornando melhores em completar seus projetos no prazo, de acordo com o orçamento e o escopo, para atender os anseios de qualidade almejados pelas partes interessadas. Desta forma, a implantação do gerenciamento de projetos exige transformar a teoria em prática, o que se justifica pela alta competitividade do mercado, pois é cada vez mais importante o gerenciamento profissional de projetos nas empresas para que as estratégias de negócio estejam integradas e, quando desdobradas, propiciem melhores resultados (OLIVEIRA, 2013).

Entretanto, aparentemente o Gerenciamento de Projetos é uma área relativamente pouco estudada da gestão. Porém, há grande interesse, tanto acadêmico como profissional, sobre o modo como o tema pode beneficiar a organização (LEYBOURNE, 2007). Observa-se que há um mimetismo nas empresas e nos profissionais brasileiros, já que muitos buscam e valorizam as certificações internacionais, conforme sugerem os números até 31 de dezembro de 2015, uma vez que são 16.979 profissionais brasileiros detentores da credencial Project Management Professional (PMP) do Project Management Institute (PMI). Ademais, a demanda por cursos de pós-graduação em gerenciamento de projetos tem crescido sistematicamente, pois um aspecto que ressalta a importância da gestão de projetos pelos praticantes no Brasil é a importância direcionada aos profissionais certificados academicamente em projetos, além do aumento da procura pela certificação profissional, visto ser crescente o

reconhecimento das técnicas de gerenciamento de projetos entre as empresas que buscam profissionais com credenciais, ou seja, aqueles que se submeteram a exames de certificação profissional (REGO; IRIGARAY, 2011; SERRA et al., 2012; OLIVEIRA, 2013).

Assim, fica evidente a aceitação profissional do gerenciamento de projetos. Todavia, percebe-se que mesmo com a grande oferta de cursos lato sensu e as disciplinas stricto sensu, com base curricular direcionada pelas boas práticas preconizadas pelo PMI que abordam de forma exclusiva o tema “Gerenciamento de Projetos”, o foco se dá, na prática. Uma vez que as escolas de administração brasileiras que criaram programas de formação de executivos em gerenciamento de projetos, em muitos casos, não possuem professores ou pesquisadores “ativos” na área (REGO; IRIGARAY, 2011; OLIVEIRA, 2013). Então, de acordo com Oliveira (2013, p. 20), “parece que a pesquisa científica sobre o tema não acompanha o ritmo da evolução observada pela quantidade de certificados acadêmicos de especialistas concedidos e pela grande oferta de exames de certificações oferecidos por institutos e associações”. Isso leva a consideração da existência da defasagem entre prática e pesquisa, pois se o mercado considera a disciplina do gerenciamento de projetos como uma forma de implementar mudanças, na perspectiva acadêmica é essencial investir em pesquisa para fomentar e desenvolver os eixos teóricos que poderão ser utilizados pelos praticantes. Então, estudos que revisitam a produção acadêmica emergem como uma fonte de apoio a novas pesquisas, pois indicam os caminhos percorridos, e mais do que isso, apontam oportunidades de investigação científica, uma vez que delimitam qual o avanço no conhecimento existente, e o que pode ser visto como lacuna a ser explorada.

Neste contexto, considerando que o “artigo” é um trabalho técnico e científico, de um ou mais autores, ajustado às normas editoriais de eventos ou periódicos, que divulga as pesquisas e o conhecimento a um público interessado (PELEIAS et al., 2010), o problema de pesquisa que delimita este estudo é: Qual a produção científica brasileira em gerenciamento de projetos registrada nos anais dos congressos nacionais de maior relevância na área de Administração e Engenharia de Produção? Por isto, o objetivo deste artigo é recuperar informações por meio do mapeamento bibliométrico ao visitar os anais do Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração (EnANPAD) e do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) no período de onze anos compreendidos entre 2004 e 2014, para identificar e relatar a situação da produção científica brasileira no tema “Gerenciamento de Projetos”, uma vez que, a análise daquela emerge como forma para subsidiar o estabelecimento e o acompanhamento de uma política nacional de ensino, ao permitir um diagnóstico das reais potencialidades de pesquisa acadêmica (LUCA et al., 2014), e ainda, como será exposto na próxima seção, baseado em levantamento prévio, foram identificadas poucas pesquisas acerca da produção científica sob o enfoque do gerenciamento de projetos.

Assim, o trabalho está organizado em cinco partes, além desta introdução. A segunda parte, apresenta uma revisão de literatura sobre o gerenciamento de projetos e apontam-se os estudos bibliométricos anteriores realizados sobre o tema. Na terceira parte, classifica-se o estudo quanto à metodologia e apresentam-se as considerações a respeito do processo de escolha da amostra. Na quarta parte, os dados são analisados e comparados frente aos resultados obtidos. Por fim, na quinta parte, considerações finais, são apresentadas as observações a respeito do estudo, as limitações e as sugestões para pesquisas futuras.

## 2 | REVISÃO DA LITERATURA

Esta seção apresenta alguns conceitos a respeito do gerenciamento de projetos e aponta estudos anteriores que buscaram entender como se dá a pesquisa na temática.

### 2.1 Gerenciamento de Projetos

No início do século passado, o gráfico criado por Henry Laurence Gantt em 1917, para o planejamento de obras, é a primeira maneira de representação visual do desenvolvimento esperado das etapas de execução de um empreendimento. O gerenciamento de projetos, como é conhecido, emerge da prática do desenvolvimento de projetos de tecnologia e da construção de projetos de infraestrutura, podendo ser considerado uma disciplina com raízes na Engenharia, a qual começou a se estruturar formalmente como uma prática social na década de 1940 (CICMIL; HODGSON, 2006). Durante a II Guerra Mundial a complexidade das operações militares exigiu o desenvolvimento de métodos de planejamento mais efetivos. Os métodos de planejamento que se seguiram foram os da análise de redes, como o *Critical Path Method* (CPM) em 1957 pela Dupont/Remington Rand e o *Program Evolution and Review Technique* (PERT) em 1958 pelo Escritório de Projetos Especiais da Marinha dos EUA. Assim, o conceito de gerência de projetos apareceu naquele País, no fim da década de 1950 e início da década de 1960, e foi inicialmente aplicado à engenharia de sistemas e à implantação de empreendimentos físicos. Nos anos que se seguiram, o gerenciamento da construção caracterizou-se firmemente na década de 1970, e nessa aplicação surgiram técnicas específicas para gerenciamento das interfaces entre a engenharia de projeto, suprimentos e construção. Na década de 1980, a necessidade de identificação de responsabilidades em um ambiente de múltiplas subdivisões de atividades e de organizações participantes levou à combinação e à vinculação de frações específicas de atividades a unidades específicas dentro da organização. Por fim, a gerência de projetos compreendia somente os empreendimentos físicos e aplicava-se, basicamente, na condução dos recursos necessários para a execução do projeto dentro das condições de prazo, qualidade e custo. O que ocorreu sem a caracterização de uma nova disciplina, distinta da engenharia ou administração de empresas (CODAS, 1987).

Na atualidade, os projetos tornam-se aparentemente cada vez maiores e mais complexos, e devem ser definidos como uma atividade multifuncional, pois o gerenciamento de projetos considera o planejamento, a organização, a direção e o controle dos recursos da empresa para executar um objetivo em relativo curto prazo, estabelecido para concluir metas e objetivos específicos (KERZNER, 2011). Por esta perspectiva, a estratégia do projeto não deve ser limitada para servir apenas uma única organização. Em vez disso, a estratégia do projeto deve reconhecer a autonomia do projeto, bem como a sua posição única como parte de um contexto complexo, em relação aos níveis de gestão do projeto e envolver não apenas os níveis operacionais e táticos, mas também o nível institucional para permitir a interação significativa com o contexto de negócios (ARTTO *et al.*, 2008).

Isso permite sintetizar projeto como um empreendimento exclusivo, com um começo e um fim, estabelecido sob um objetivo bem definido, que consome recursos e opera sob pressão de prazos, custos e qualidade. Em relação ao esforço, considera um empreendimento que exige de seus interlocutores, atenção aos meios, competência para lidar com procedimentos, regras e integração de pessoas. A função temporalidade implica em restrições ao atendimento dos objetivos de escopo, prazo e custo. Espera-se, neste aspecto, um trabalho com limitação de recursos, muitas vezes, indisponíveis para produzir com orçamentos apertados e tempos escassos. Na orientação da unicidade, o trabalho com projetos difere das atividades rotineiras, em que, com os ciclos anteriores, são aprendidos, melhorando, conseqüentemente, os ciclos posteriores. Em projetos, não existe essa oportunidade: é preciso criar, ser singular, ousar (CARVALHO *et al.*, 2005).

Por isso e em decorrência da importância que os projetos vêm adquirindo no seio das organizações, dois assuntos têm frequentado a pauta das publicações especializadas em gerenciamento de projetos: os modelos de maturidade organizacional em gestão de projetos e o escritório de gerenciamento de projetos (RODRIGUES; RABECHINI JÚNIOR; CSILLAG, 2006). A maturidade em projetos, por ser um instrumento que busca indicar o nível de habilidade de uma organização para gerenciar projetos, de modo a quantificar o respectivo nível de maturidade em uma escala pré-definida (PRADO, 2008). E o escritório de projetos, por ser uma estrutura organizacional criada para apoiar os propósitos de negócios específicos de uma unidade ou departamento funcional (TASIC, 2014), atuando como uma unidade integrada para oferecer serviços e organização com foco no gerenciamento de projetos, inclusive sendo projetado para coordenar e gerenciar os projetos no âmbito de um portfólio em uma organização contemporânea. Além disso, o escritório de projetos também apoia a gestão de portfólio de projetos, a qual tem se centrado na maximização de valor comercial e identificação de perspectivas de negócios futuros (MARTINSUO; KILLEN, 2014), ao propiciar que vários projetos sejam configurados e geridos de forma a aumentar o valor estratégico de longo prazo, visto que os projetos geridos simultaneamente, requerem o equilíbrio exato de recursos organizacionais,

considerando os vários critérios e interdependências (ALEXANDROVA; STANKOVA; GELEMENOV, 2015).

Então, nota-se que os estudos referentes ao gerenciamento de projetos têm sofrido forte impacto, devido a sua aderência ao ambiente empresarial (CALIXTO; FURLAN; CARVALHO, 2012). Da mesma forma, na ótica da criação de conhecimento, são diversos os institutos e associações dedicados ao estudo das ferramentas e técnicas para o gerenciamento de projetos, em sua maioria, voltados para o aspecto profissional da disciplina, com preocupações que incluem, entre outros temas, a manutenção de guias de melhores práticas e a formulação de metodologias, algumas, inclusive, tendo em seu portfólio a publicação de periódicos direcionados para o conhecimento técnico-científico em projetos (OLIVEIRA, 2013).

Por outro lado, na academia, o gerenciamento de projetos é aceito como uma “jovem disciplina”, especialmente em comparação com as áreas tradicionais de economia: Estratégia e Teoria Organizacional (JUGDEV, 2004). Leybourne (2007), menciona que há evidências de que o interesse em pesquisa com base em projetos está mudando de foco: das ferramentas e técnicas, para um viés mais comportamental, ligando-se com algumas dessas áreas acadêmicas mais tradicionais. No contexto dos projetos, para Calixto, Furlan e Carvalho (2012), o subtema que assumiu maior importância na última década foi o de competências. Os mesmos autores enfatizam que no meio acadêmico o tema “Gerenciamento de Projetos” é explorado sob diversos aspectos, sendo que a maioria das publicações está focada em estudos de caso, o que é corroborado na pesquisa de Serra *et al.* (2012), a qual também aponta que o foco teórico está na discussão de aplicação das “melhores práticas” e aparentemente, existe pouco interesse nos estudos em gerenciamento de projetos pelos pesquisadores brasileiros, porém são muitas as oportunidades de pesquisa.

## 2.2 Bibliometria em Gerenciamento de Projetos

Em outros estudos verifica-se que a produção acadêmica sobre o tema “Gerenciamento de Projetos” já foi examinada com uso da análise bibliométrica de acordo com o apresentado a seguir no Quadro 1 (BUENO, 2011; REGO; IRIGARAY, 2011; SERRA *et al.*, 2012).

<b>Autores e Ano</b>	<b>Amostra*</b>	<b>Unidade de Análise</b>	<b>Período e Perspectiva</b>	<b>Principais Conclusões</b>
Rego e Irigaray (2011)	64 artigos	Revista Organização e Sociedade (O&S); Revista de Administração Contemporânea (RAC); Revista de Administração de Empresas (RAE); Revista de Administração Pública (RAP); Revista de Administração da USP (RAUSP); Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica; e EnANPAD	2001 a 2010 (Nacional)	A produção é ínfima, sem linhas de pesquisa, pesquisadores ou centros de pesquisa em destaque. A situação contrasta com o crescimento do gerenciamento de projetos nas organizações. Uma proposta de agenda de pesquisa na área deveria contemplar temas ligados aos aspectos temporários das organizações, na incerteza dos esforços temporários, no ambiente de multiprojetos e suas interações.
Bueno (2011)	66 artigos	ENESEP	2008 a 2010 (Nacional)	Considerando as áreas de conhecimento propostas pelo Guia PMBOK®, destacam-se gerenciamento de recursos humanos, qualidade e riscos. Gerenciamento de custos não foi tema principal de nenhum trabalho. Os estudos necessitam de maior rigor científico.
Serra, Ferreira, Maccari, Almeida e Serra (2012)	210 artigos	Encontro de Administração Pública; Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica; EnANPAD; e ENESEP	1997 a 2006 (Nacional)	A quantidade de pesquisadores é reduzida diante da grande e crescente utilização prática do GP pelas empresas e a predominância de referências nas obras analisadas é o Guia PMBOK® e os livros relacionados ao Gerenciamento de Projetos e à Administração da Produção em detrimento de artigos acadêmicos de revistas com revisores.

Quadro 1 - Estudos Bibliométricos sobre o tema Gerenciamento de Projetos

Fonte: os autores (2015). \* Expressões utilizadas para busca com palavras-chave: “administração de projetos”, “gerenciamento de projetos”, “gestão de projetos” e “project management”.

Além disso, o interesse dos pesquisadores estende-se a perspectivas específicas,

as quais ultrapassam as fronteiras dos estudos nacionais sobre o tema, e buscam combinar o gerenciamento de projetos com outras áreas de conhecimento, de acordo com o apresentado no Quadro 2 (LARIEIRA, 2011; ROCHA *et al.*, 2013; SOUZA NETO; ORLANDI, 2014).

<b>Autores e Ano</b>	<b>Amostra e Foco de Estudo</b>	<b>Unidade de Análise</b>	<b>Período e Perspectiva</b>	<b>Principais Conclusões</b>
Larieira (2011)	372 artigos (Gestão de Portfólio de Projetos)	JSTOR; EBSCO; Google Acadêmico; e Catálogo Virtual da Biblioteca da Fundação Getulio Vargas	1950 a 2010 (Nacional e Internacional)	O segmento de Tecnologia da Informação tem parcela significativa nos estudos sobre gestão de portfólio de projetos. O Brasil possui papel de destaque em pesquisas sobre pesquisas neste tema. O foco das pesquisas é explorar as atividades iniciais do processo de gestão de portfólio de projetos e apenas nos últimos 10 anos foram publicados trabalhos sobre gestão de portfólio de projetos com maior intensidade.
Rocha, Gomes, Kneipp e Camargo (2013)	1.304 artigos (Gestão de Projetos e Sustentabilidade)	Web of Science	2002 a 2011 (Internacional)	O número de publicações cresceu no período analisado, concentrando-se nos Estados Unidos. Evidenciou-se as combinações do tema pesquisado com os tópicos: Gestão, Desempenho, Planejamento e Social, e as publicações com o maior número de citações, não pertencem aos autores que mais publicam sobre os mesmos temas combinados.
Souza Neto e Orlandi (2014)	10 artigos e 3 dissertações (Gestão de Portfólio de Projetos e Alinhamento entre a Tecnologia da Informação e o Negócio)	Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); Web of Science; Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD); e Biblioteca CAPES Teses e Dissertações	2008 a 2012 (Nacional)	Os resultados indicam uma diminuta produção científica diretamente relacionada aos temas pesquisados e à sua correlação.

Quadro 2 - Estudos Bibliométricos de perspectiva combinados sobre o tema Gerenciamento de Projetos

Fonte: os autores (2015).

Deste modo os estudos anteriores, de fato revelaram alguns aspectos da produção acadêmica sobre a temática e contribuíram para o desenvolvimento do

conhecimento. Especificamente, sobre o enfoque da bibliometria, a qual vem sendo aplicada como ferramenta para avaliar a produção científica, e então, permitir uma maior compreensão de como os temas acadêmicos, são ou estão sendo tratados e difundidos na literatura acadêmica nacional e internacional. Porém, ainda persiste uma lacuna de conhecimento sobre o que impulsiona os estudos em gerenciamento de projetos e quais são as potencialidades de pesquisa existentes para “elencar características que lhe são inerentes e podem ser úteis para a otimização deste tema em publicações em eventos, revistas e em grupos de pesquisas, contribuindo assim para o surgimento de novos pesquisadores para o referido campo” (RIBEIRO; CORRÊA, 2014, p. 736).

### 3 | METODOLOGIA

Os tipos de pesquisa podem ser classificados quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos fins, este estudo é uma pesquisa quantitativa, uma vez que se estabeleceu como objetivo, identificar, classificar e analisar documentos por meio do uso da estatística descritiva, com uso da frequência relativa e frequência absoluta; também pode ser considerada uma pesquisa qualitativa, uma vez que utilizou a análise de conteúdo nos mesmos documentos, para inferir acerca de conhecimentos relativos e agrupar os artigos em subtemas de interesse no tema em investigação; além de ser explicativa, pois concentra-se na evolução e tendências da produção dos trabalhos acadêmicos com tema aderente ao “Gerenciamento de Projetos”. Quanto aos meios, para a pesquisa bibliográfica foram selecionados os trabalhos ligados exclusivamente ao gerenciamento de projetos (RICHARDSON, 1999; VERGARA, 2010; MALHOTRA, 2012). O método utilizado foi a bibliometria, que consiste numa técnica para medição dos índices de produção e divulgação do conhecimento científico, o qual permite obter informações em uma área acadêmica, e serve, entre outras funções, para demonstrar características relacionadas à produção científica desta área.

Por isto, considerando que os artigos têm origem nos programas *stricto sensu* atrelados à pesquisa para elaboração de dissertações e teses, ou por natureza voluntária pelos docentes e alunos. Aquelas, finalizadas deveriam ser publicadas, seguindo o trajeto: eventos científicos, periódicos científicos e livros. Com esse formato, a apresentação em eventos é uma fase intermediária na divulgação da pesquisa, para que comentários, críticas e sugestões, permitam uma avaliação preliminar do trabalho, o qual será corrigido (ou descartado), e revisado submetido para publicação em um periódico. Neste contexto, para esta pesquisa foram escolhidas as bases de dados dos anais dos congressos nacionais de maior relevância na área de Administração e Engenharia de Produção, uma vez que a primeira área de conhecimento tem forte relacionamento com o tema em investigação neste estudo e a segunda área de conhecimento está ligada as origens históricas da disciplina de gerenciamento de projetos.

A amostra foi obtida do universo de 19.768 artigos científicos publicados nos anais do Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração (EnANPAD) e nos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGET) no corte temporal de 2004 a 2014 (11 anos). O EnANPAD é um congresso da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD), realizado anualmente desde 1977, sendo organizado em onze divisões acadêmicas, as quais agregam os temas de interesse da área de Administração e áreas afins, com o objetivo de alavancar a formação e o fortalecimento da pesquisa científica. O ENEGET é um congresso da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), realizado anualmente desde 1981, sendo organizado em onze áreas e subáreas, as quais têm possibilitado transformar a Engenharia de Produção, no tocante ao papel da Engenharia.

Desta forma, os artigos científicos publicados nos anais do EnANPAD (9.591 artigos) e nos anais do ENEGET (10.177 artigos) são os objetos empíricos de estudo em questão neste trabalho. Para tanto, seguiu-se uma estratégia qualitativa em um procedimento de pesquisa bibliográfica e documental com a análise do conteúdo de cada um dos artigos obtidos. A etapa de seleção dos artigos consistiu na identificação e seleção dos artigos por meio da busca com palavras-chave: “administração de projetos”, “gerenciamento de projetos”, “gestão de projetos” e “project management”. A evolução histórica comparativa dos trabalhos selecionados é apresentada na Figura 1.

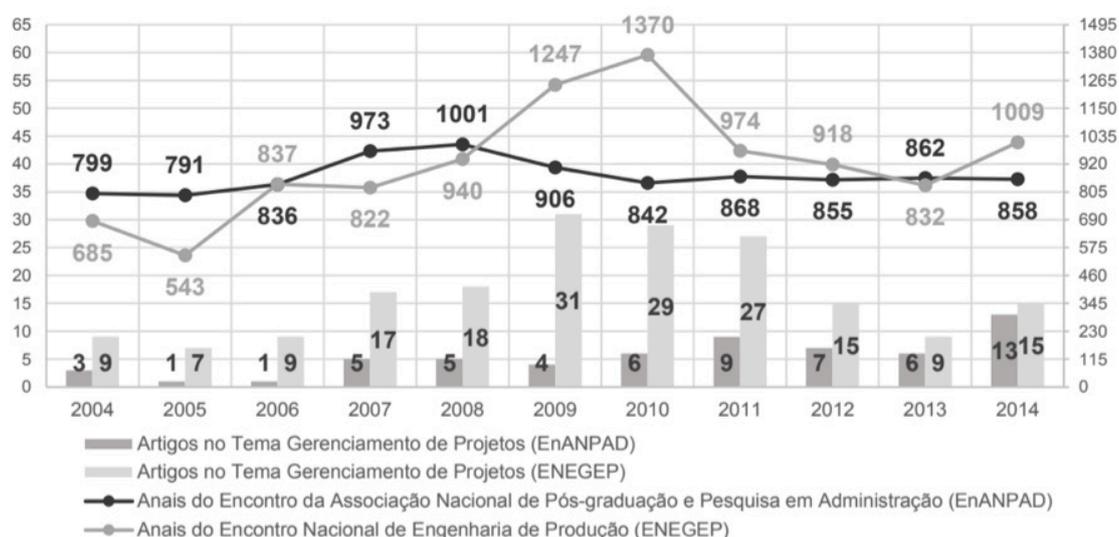


Figura 1. Gerenciamento de Projetos: Anais dos Encontros da ANPAD (EnANPAD) e ABEPRO (ENEGET). Fonte: os autores (2015). As linhas horizontais representam o total de artigos publicados por ano e as barras verticais a quantidade de artigos publicados por ano dentro da temática do Gerenciamento de Projetos.

Portanto, a análise corresponde a 246 artigos. Primeiro, aqueles foram avaliados quanto aos títulos e resumos para verificar a pertinência ao tema e, em alguns casos, o referencial teórico, para manter ou retirar o artigo da amostra. Segundo, considerando que o método de pesquisa é dependente dos conhecimentos, das

aptidões e das preferências do pesquisador e deve representar a escolha por uma área de pesquisa predominante, quantitativa ou qualitativa, e em alguns casos pode ser classificado como ensaio teórico – um tipo de trabalho científico que “caracteriza-se pela sua natureza reflexiva e interpretativa, diferente da forma classificatória da ciência” (MENEGETTI, 2011, p. 322), a seção “Metodologia” dos artigos, foi visitada com o objetivo de classificar o método de pesquisa quanto ao tipo escolhido. Por fim, também foi realizada uma análise da seção “Referências” dos artigos para identificar as principais referências utilizadas pelos autores daquelas pesquisas.

#### 4 | RESULTADOS E ANÁLISE

Em relação à amostra de artigos publicados nos congressos, a unidade de análise corresponde a 60 artigos dos anais do EnANPAD e a 186 artigos dos anais do ENEGEP. A quantidade de páginas é descrita pela média de 15 páginas (mínimo de 3 e máximo de 17) por artigo no EnANPAD e pela média de 13 páginas (mínimo de 7 e máximo de 26) por artigo no ENEGEP. A Tabela 1 apresenta o quantitativo de artigos por método de pesquisa e o respectivo percentual de representatividade em cada congresso.

	Qualitativo		Quantitativo		Ensaio Teórico	
EnANPAD	31	52%	16	27%	13	21%
ENEGEP	109	59%	15	8%	62	33%

Tabela 1 - Publicações por Método de Pesquisa

Fonte: os autores (2015).

A partir do tema em investigação e com a análise da unidade de contexto (resumos e, nos casos necessários, o artigo na íntegra), foi possível classificar e agrupar os artigos em quatorze subtemas, os quais foram objeto de estudo em profundidade pelos autores dos artigos analisados nesta pesquisa. Isso significa que os subtemas, foram obtidos a partir do agrupamento dos objetos de pesquisa identificados pela análise de conteúdo nos artigos selecionados e outras classificações podem ser adotadas, de acordo com a especificidade da base de dados em estudo (como por exemplo, efetuar-se o agrupamento dos subtemas em função das áreas de conhecimento propostas pelo Guia PMBOK®).

Assim, de acordo com a similaridade nos trabalhos analisados, os artigos foram enquadrados nas seguintes categorias: ‘Alinhamento Estratégico’, representa a importância do gerenciamento de projetos para viabilizar a implementação da estratégia pela organização; ‘Aplicação das Práticas’, corresponde a forma como os praticantes do gerenciamento de projetos utilizam seu conhecimento para conduzir seus

projetos; ‘Captura e Geração do Conhecimento’, significa que as lições apreendidas estão sendo preservadas e de algum modo podem ser utilizadas em projetos futuros; ‘Competências’, aponta que o fator humano e suas características únicas são objeto de estudo, uma vez que o conhecimento, a habilidade e a atitude das pessoas influenciam nos resultados dos projetos; ‘Desempenho e Resultado’, é o modo de mensuração de performance que permite as organizações perceberem os benefícios adquiridos com a execução dos projetos; ‘Escritório de Projetos’, direciona as pesquisas para a unidade organizacional responsável pela condução dos projetos e direcionamento dos gerentes de projetos; ‘Ferramentas e Técnicas’, são as múltiplas possibilidades a disposição dos praticantes do gerenciamento de projetos para uso diário nos projetos; ‘Gestão de Equipes’, é a forma de conduzir, direcionar e apreender com os diversos profissionais que executam os projetos; ‘Gestão de Portfólio’, é a forma de organizar e gerir na esfera estratégica todos os projetos da organização; ‘Gestão de Riscos’, consiste na preocupação de reduzir os riscos negativos e alavancar os riscos positivos de modo a obter melhores resultados nos projetos; ‘Implantação do Gerenciamento de Projetos’, representa a mudança de paradigma e a normatização da organização para iniciar a condução de seus empreendimentos sobre uma estrutura que contempla o gerenciamento de projetos; ‘Maturidade em Projetos’, indica o desenvolvimento das organizações e a evolução no aspecto do aprendizado; ‘Produção Científica’, significa que estudos foram conduzidos com o objetivo de entender e descrever a evolução da academia na temática; e ‘Treinamento e Qualificação’, aponta a preocupação com a formação e capacitação dos recursos humanos nas boas práticas e metodologias de gerenciamento de projetos, que podem ser refletidas pela obtenção da certificação profissional em gerenciamento de projetos. A Tabela 2 apresenta o quantitativo de artigos por subtema e o respectivo percentual de representatividade em cada congresso.

	EnANPAD		ENEGEP	
Alinhamento Estratégico	6	10%	9	5%
Aplicação das Práticas	8	13%	54	29%
Captura e Geração de Conhecimento	4	7%	4	2%
Competências	2	2%	9	5%
Desempenho e Resultados	6	10%	10	5%
Escritório de Projetos	6	10%	12	6%
Ferramentas e Técnicas	4	7%	35	19%
Gestão de Equipes	4	7%	5	3%
Gestão de Portfólio	8	13%	6	3%
Gestão de Riscos	3	5%	12	6%
Implantação do Gerenciamento de Projetos	4	7%	7	4%
Maturidade em Projetos	4	7%	14	8%
Produção Científica	1	2%	4	2%
Treinamento e Qualificação	0	0%	5	3%

Tabela 2 - Publicações por Subtema

Fonte: os autores (2015). Os subtemas foram obtidos a partir do agrupamento dos objetos de pesquisa identificados pela análise de conteúdo nos artigos selecionados.

Considerando a totalidade de artigos analisados, a preferência dos autores é a pesquisa qualitativa, que representa 57% dos artigos publicados em ambos os congressos, o ensaio teórico, corresponde a 30% e a pesquisa quantitativa a 13%. Em relação ao consolidado por subtema, o que mais desperta o interesse dos pesquisadores e assume o foco das pesquisas com 25% é a ‘Aplicação das Práticas’. O segundo subtema com 16% é a utilização das ‘Ferramentas e Técnicas’. O terceiro, quarto e quinto subtemas com 7% para cada são o ‘Escritório de Projetos’, a ‘Maturidade em Projetos’ e o ‘Desempenho e Resultados’. O sexto, sétimo e oitavo subtemas com 6% para cada são o ‘Alinhamento Estratégico’, a ‘Gestão de Riscos’ e a ‘Gestão de Portfólio’. O nono, décimo, décimo primeiro e décimo segundo subtemas com 4% para cada são as ‘Competências’, a ‘Implantação do Gerenciamento de Projetos’, a ‘Gestão de Equipes’ e a ‘Captura e Geração de Conhecimento’. Por fim, o décimo terceiro e décimo quarto subtemas com 2% para cada são a ‘Produção Científica’ e o ‘Treinamento e Qualificação’. A Tabela 3 está ordenada pelo interesse de pesquisa em gerenciamento de projetos e apresenta a relação quantitativa e percentual entre o método de pesquisa e os subtemas.

	Qualitativo		Ensaio Teórico		Quantitativo		Total Subtema	
	EnANPAD	ENEPEP	EnANPAD	ENEPEP	EnANPAD	ENEPEP		
1º) Aplicação das Práticas	5	45	6	3	3	62	25%	
2º) Ferramentas e Técnicas	1	11	2	24	1	39	16%	
3º) Escritório de Projetos	4	10	1	2	1	18	7%	
4º) Maturidade em Projetos	2	8	1	4	1	2	18	7%
5º) Desempenho e Resultados	3	6	1	2	2	2	16	7%
6º) Alinhamento Estratégico	4	2	1	5	1	2	15	6%
7º) Gestão de Riscos	1	8	1	4	1		15	6%
8º) Gestão de Portfólio	6	3	2	3			14	6%
9º) Competências		5		3	2	1	11	4%
10º) Implantação do Gerenciamento de Projetos	3	6		1	1		11	4%

11º) Gestão de Equipes	1	1	1	4	2			<b>9</b>	<b>4%</b>
12º) Captura e Geração de Conhecimento	1	1	3	3				<b>8</b>	<b>4%</b>
13º) Produção Científica						1	4	<b>5</b>	<b>2%</b>
14º) Treinamento e Qualificação		3		1			1	<b>5</b>	<b>2%</b>
<b>Total Método</b>		<b>140 (57%)</b>	<b>75 (30%)</b>	<b>31 (13%)</b>					

Tabela 3 - Publicações por Subtema agrupadas por Método de Pesquisa

Fonte: os autores (2015).

Em relação ao estabelecimento de parceria de publicação e autoria de artigos, para ambos congressos o número mínimo e máximo, equivale a um e seis, respectivamente. Sendo que a média por artigo é descrita como 2 autores no EnANPAD e como 3 autores no ENEGEP. A Tabela 4 apresenta o número de autores por artigo e o respectivo percentual de representatividade em cada congresso.

	Um		Dois		Três		Quatro		Cinco		Seis	
EnANPAD	7	12%	34	57%	11	18%	5	8%	1	2%	2	3%
ENEGEP	15	8%	76	41%	52	28%	26	14%	15	8%	2	1%

Tabela 4 - Número de Autores por Artigo

Fonte: os autores (2015).

Ainda, em função dos autores nos artigos analisados foram identificados o total de 525 autores únicos, os quais podem ser segregados em 128 autores com trabalhos no EnANPAD e 405 autores com trabalhos no ENEGEP. Entretanto, 8 autores (Alberto Luiz Albertin, Claudio Luis Carvalho Larieira, Dalton Chaves Vilela Júnior, Edimara Mezzomo Luciano, Fernando Kaname Westphal, Roque Rabechini Júnior, Sady Darcy da Silva Júnior e Valdete de Oliveira Mrtvi), possuem trabalhos publicados em ambos congressos. A Tabela 5 apresenta a quantidade máxima de publicações registradas para os autores únicos em cada congresso.

	Uma	Duas	Três	Quatro	Cinco	Seis	Sete	Oito	Nove	Dez
EnANPAD	117	6	4	1						
ENEGEP	350	36	9	3	1	2		1	2	1

Tabela 5 - Publicações por Autor

Fonte: os autores (2015).

Para identificar os autores com maior número de publicações, adotou-se como parâmetro para seleção do número de vezes que o autor publicou nos anais, o número médio de autores por artigo (maior ou igual), obtido para o respectivo congresso, ou

seja, para ser incluído na relação de autores com mais publicações no EnANPAD e no ENEGEP, o número de vezes mínimo é 2 e 3, respectivamente. Assim, diversos foram os subtemas de interesse abordados pelos autores que mais publicaram nos anais do EnANPAD e não é perceptível nesse congresso, regularidade de autores na temática. Porém, destaca-se que o autor Pietro Cunha Dolci e o autor Henrique Cordeiro Martins, no período analisado foram constantes em relação ao subtema de interesse, de modo que todas suas publicações foram direcionadas para a pesquisa na ‘Gestão de Portfólio’ e no ‘Escritório de Projetos’, respectivamente. A Tabela 6 apresenta os nomes dos autores e a quantidade de publicações por ano no EnANPAD.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Marcos Lopez Rego					1			2		1		4
Marcirio Silveira Chaves											3	3
Pietro Cunha Dolci						2	1					3
Irapuan Glória Júnior											3	3
Leandro Alves Patah										1	2	3
Marcos Paixão Garcez											2	2
Alberto Luiz Albertin				1	1							2
Roque Rabechini Júnior										1	1	2
Henrique Cordeiro Martins						1					1	2
Fernando de Almeida Galdino								2				2
Leonardo Rocha de Oliveira									1		1	2

Tabela 6 - Autores com mais Publicações por ano no EnANPAD

Fonte: os autores (2015).

Do mesmo modo, diversos foram os subtemas de interesse abordados pelos autores que mais publicaram nos anais do ENEGEP, porém nota-se que nesse congresso existe regularidade de autores na temática, que é observada pela frequência quase sequencial e recursiva com publicação de trabalhos por 5 autores (Daniel Capaldo Amaral, Marly Monteiro de Carvalho, José Rodrigues de Farias Filho, Carlos Eduardo Sanches da Silva e Caroline Maria de Miranda Mota). Entretanto, destaca-se que o autor Rafael Rodrigues da Silva, mesmo não sendo regular, no período analisado foi o único constante em relação ao subtema de interesse, de modo que todas suas publicações foram direcionadas para a pesquisa na ‘Maturidade em Projetos’. A Tabela 7 apresenta os nomes dos autores e a quantidade de publicações por ano no ENEGEP.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Daniel Capaldo Amaral		1		3	1	1	1	1	1		1	10
Marly Monteiro de Carvalho	1	1	1		1		1	1	1	1	1	9
José Rodrigues de Farias Filho					1	2	1	1	3	1		9
Greice de Bem Noro					1		1	2	4			8
Carlos Eduardo Sanches da Silva			1			1			1	2	1	6
Luciana Hazin Alencar					2		1	2	1			6
Caroline Maria de Miranda Mota					1			1	1	1	1	5
Sérgio Luís da Silva					1			2	1			4
Veronica Dalmolin Cattelan									4			4
Edivandro Carlos Conforto				1		1	1		1			4
Fernando José Barbin Laurindo	1	1					1					3
Renato de Oliveira Moraes	1						2					3
Rafael Rodrigues da Silva								2			1	3
Taciana de Barros Jerônimo						1	1	1				3
Antônio Carlos de Lemos Oliveira						1	2					3
Marcelo Ramos Martins			1		1		1					3
Istefani Carísio de Paula			1		1			1				3
Manuel Antônio Molina Palma						2	1					3
Leonardo Ensslin					1	1	1					3

Tabela 7 - Autores com mais Publicações por ano no ENEGEP

Fonte: os autores (2015).

Os artigos também foram analisados em relação as principais bibliografias utilizadas. Assim, das 1.910 e 3.279 referências utilizadas pelos autores, a média de referências é descrita respectivamente, como 32 por artigo no EnANPAD e como 18 por artigo no ENEGEP. Aquelas foram classificadas, segundo critério estabelecido pelos autores deste estudo, quanto ao tipo de bibliografia utilizada e em relação ao total de referências citadas pelos artigos analisados, a representatividade é expressa por Artigo (45%), Livro (38%), Manual (6%), Dissertação e Tese (4%), Web Site e Blog (3%) e Relatório (3%). No contexto específico dos congressos, ao verificar a relação 'Artigo' *versus* 'Livro', observa-se que no caso do EnANPAD a diferença percentual é maior (17%), isso sugere uma preferência dos pesquisadores pelas referências acadêmicas em detrimento dos livros. Por sua vez, no caso do ENEGEP, ainda que o 'Artigo' ocupe a primeira posição relativa, a diferença percentual é menor (2%), o que indica utilização significativa das referências tradicionais. A Tabela 8 apresenta os tipos de bibliografia e seus respectivos quantitativos e percentuais por congresso.

	EnANPAD		ENEGEP	
Artigo	975	51%	1370	42%
Dissertação e Tese	77	4%	128	4%
Livro	648	34%	1304	40%

	EnANPAD		ENEGETP	
Manual	81	4%	256	8%
Monografia	6	0%	14	0%
Relatório	73	4%	79	2%
Software	2	0%	3	0%
Web Site e Blog	48	3%	125	4%

Tabela 8 - Tipos de Referência Bibliográfica

Fonte: os autores (2015).

Em outra perspectiva é notável que a maioria das referências tradicionais tem origem no idioma inglês, inclusive, algumas possuem tradução para o idioma português. Assim, considerando a língua original das mais citadas, os livros e manuais (publicação organizada por institutos, órgãos e associações), foram transcritas para este trabalho de acordo com o idioma de origem da publicação em sua edição mais recente, mesmo que nos artigos analisados tenham sido referenciadas por outras edições ou ainda, como obra resultado de tradução para o idioma português. De fato, a principal referência utilizada pelos autores dos artigos analisados é o “Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®)” do *Project Management Institute* (PMI), autor institucional que também tem o “Organizational Project Management Maturity Model (OPM3®)”, entre as referências tradicionais mais citadas. Também, destaca-se que os livros “Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo diferenciais competitivos” e “Construindo competências para gerenciar projetos: teoria e casos”, são obras editadas no Brasil no idioma português, visto esta ser a língua materna de seus autores. A Tabela 9 apresenta os livros e manuais mais utilizados pelos autores dos artigos analisados.

Livros e Manuais	Citações		
	EnANPAD	ENEGETP	Total
PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). <b>A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)</b> . 5. ed. Newton Square, Pennsylvania: Project Management Institute, 2013.	43	138	181
KERZNER, H. <b>Project Management Best Practices: Achieving Global Excellence</b> . 3. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2014.	15	51	66
VARGAS, R. V. <b>Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo Diferenciais Competitivos</b> . 7. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.	0	31	31
KERZNER, H. <b>Project Management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling</b> . 11. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.	11	19	30
VERZUH, E. <b>The Fast Forward MBA in Project Management</b> . 5. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.	6	19	25

Livros e Manuais	Citações		
	EnANPAD	ENEGETP	Total
PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). <b>Organizational Project Management Maturity Model (OPM3)</b> . 3. ed. Newton Square, Pennsylvania: Project Management Institute, 2013.	6	16	22
HELDMAN, K. <b>PMP: Project Management Professional Exam Study Guide</b> . 7. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.	0	22	22
CARVALHO, M. M.; RABECHINI JR., R. <b>Construindo Competências para Gerenciar Projetos: teoria e casos</b> . 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011.	0	21	21
KEELLING, R. <b>Project Management: An International Perspective</b> . 2. ed. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2000.	0	19	19
MEREDITH, J. R.; MANTEL, S. J. <b>Project Management: A Managerial Approach</b> . 9. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2014.	8	0	8

Tabela 9 - Referências Tradicionais mais citadas

Fonte: os autores (2015). Foram omitidas as referências diferentes de publicações no tema Gerenciamento de Projetos, como por exemplo, obras cujo objetivo é orientar o pesquisador em relação a metodologia científica.

Para verificação da relevância dos periódicos, utilizou-se o “CAPES *WebQualis* 2014” em consulta realizada no dia 31 de dezembro de 2015, para as áreas de avaliação “Administração, Ciências Contábeis e Turismo” e “Engenharias III”, por serem as respectivas áreas de interesse para o EnANPAD e ENEGETP, respectivamente. Para os casos não avaliados pela CAPES, nos critérios de A1 e A2 (excelência internacional), B1 e B2 (excelência nacional), B3, B4 e B5 (relevância média) e C (baixa relevância), a título informativo identificou-se os dados de citação e publicação extraídos dos registros do banco de dados “SCOPUS *Journal Metrics* 2014”, que é um portal de acesso aberto para análise e avaliação do impacto e rendimento científico de revistas e países. Especificamente, o *Impact per Publication* (IPP), que mede a relação de citações do periódico em um ano para artigos publicados nos três anos anteriores, dividido pelo número de artigos publicados nesses mesmos anos e o *SCImago Journal Rank* (SJR), que é uma medida da influência científica de periódicos em relação aos três anos anteriores. A Tabela 10 apresenta os dados para os artigos mais citados no EnANPAD.

Artigos	Frequência Citações	WQ ou IPP/SJR
RABECHINI JR., R.; PESSOA, M. S. P. Um modelo estruturado de competências e maturidade em gerenciamento de projetos. <b>Revista Produção</b> , v. 15, n. 1, p. 34-43, 2005.	4	B2
ARCHER, N. P.; GHASEMZADEH, F. An integrated framework for project portfolio selection. <b>International Journal of Project Management</b> , v. 17, n. 4, p. 207-216, 1999.	3	A1 e A2

Artigos	Frequência Citações	WQ ou IPP/SJR
BOUER, R.; CARVALHO, M. M. Metodologia singular de gestão de projetos: condição suficiente para a maturidade em gestão de projetos? <b>Revista Produção</b> , v. 15, n. 3, p. 347-361, 2005.	3	B2
COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Portfolio Management in New Product Development: Lessons from the Leaders I. <b>Research-Technology Management</b> , v. 40, n. 5, p. 16-28, 1997.	3	B1
COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Portfolio Management in New Product Development: Lessons from the Leaders II. <b>Research-Technology Management</b> , v. 40, n. 6, p. 43-52, 1997.	3	B1
JEFFERY, M.; LELIVELD, I. Best practices in IT portfolio management. <b>MIT Sloan Management Review</b> , v. 45, n. 31, p. 40-49, 2004	3	1.802/0.822
JUGDEV, K. Through the looking glass: examining theory development in project management with the resource-based view lens. <b>Project Management Journal</b> , v. 35, n. 3, p. 15-26, 2004.	3	B1
KUMAR, R.; AJJAN, H.; NIU, Y. Information technology Portfolio Management: literature review, framework, and research issues. <b>Information Resources Management Journal</b> , v. 21, n. 3, p. 64-87, 2008.	3	0.327/0.201
LEYBOURNE, S. The changing bias of Project Management Research: A consideration of the literature and an application of extant theory. <b>Project Management Journal</b> , v. 38, n. 1, p. 61-73, 2007.	3	B1
LUNDIN, R. A.; SÖDERHOLM, A. A theory of the temporary organization. <b>Scandinavian Journal of Management</b> , v. 11, n. 4, p. 437-455, 1995.	3	1.348/0.668
MARKOWITZ, H. M. Portfolio Selection. <b>The Journal of Finance</b> , v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.	3	A1 <sup>i</sup>
MARTINSUO, M.; LETHONEN, P. Role of single-project management in achieving portfolio management efficiency. <b>International Journal of Project Management</b> , v. 25, n. 1, p. 56-65, 2007.	3	A1 e A2
RABECHINI JR., R.; CARVALHO, M. M.; LAURINDO, F. J. B. Fatores críticos para implementação de gerenciamento por projetos: o caso de uma organização de pesquisa. <b>Revista Produção</b> , v. 12, n. 2, p. 28-41, 2002.	3	B2
RABECHINI JR., R.; MAXIMIANO, A. C. A.; MARTINS, V. A. A adoção de gerenciamento de portfólio como uma alternativa gerencial: o caso de uma empresa prestadora de serviço de interconexão eletrônica. <b>Revista Produção</b> , v. 15, n. 3, p. 416-433, 2005.	3	B2
SCHINDLER, M.; EPPLER, M. J. Harvesting project knowledge: a review of project learning methods and success factors. <b>International Journal of Project Management</b> , v. 21, n. 3, p. 219-228, 2003.	3	A1 e A2
SCHMIDT, R.; LYYTINEN, K.; KEIL, M.; CULE, P. Identifying software project risks: An international Delphi study. <b>Journal of Management Information Systems</b> , v. 17, n. 4, p. 5-36, 2001.	3	A1 <sup>ii</sup>
SRIVANNABOON, S.; MILOSEVIC, D. Linking Project Management with Business Strategy. <b>Project Management Journal</b> , v. 37, n. 5, p. 88-96, 2006.	3	B1
WEILL, P.; ARAL, S. Generating Premium Returns on Your IT Investments. <b>MIT Sloan Management Review</b> , v. 47, n. 2, p. 38-48, 2006.	3	1.802/0.822

Tabela 10 - Referências Acadêmicas mais citadas nos Anais do EnANPAD

Fonte: os autores (2015). WebQualis (WQ) | Impact per Publication (IPP) | SCImago Journal Rank (SJR) |<sup>i</sup> Área de Avaliação: “Economia” |<sup>ii</sup> Área de Avaliação: “Matemática/Probabilidade e Estatística” e “Ciência da Computação”. Foram omitidas duas referências na relação das mais citadas, visto estas não serem publicações no tema Gerenciamento de Projetos, mas sim artigos de metodologia científica.

A Tabela 11 apresenta os dados para os artigos mais citados no ENEGEP.

Artigos	Frequência Citações	WQ ou IPP/SJR
BOUER, R.; CARVALHO, M. M. Metodologia singular de gestão de projetos: condição suficiente para a maturidade em gestão de projetos? <b>Revista Produção</b> , v. 15, n. 3, p. 347-361, 2005.	9	B2
RABECHINI JR., R.; CARVALHO, M.; M.; LAURINDO, F. J. B. Fatores críticos para implementação de gerenciamento por projetos: o caso de uma organização de pesquisa. <b>Revista Produção</b> , v. 12, n. 2, p. 28-41, 2002.	9	B2
ATKINSON, R. Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. <b>International Journal of Project Management</b> , v. 17, n. 6, p. 337-342, 1999.	8	A1 e A2
COOKE-DAVIES, T. The “real” success factors on projects. <b>International Journal of Project Management</b> , v. 20, n. 3, p. 185-190, 2002.	7	A1 e A2
BACCARINI, D. The Logical Framework Method for Defining Project Success. <b>Project Management Journal</b> , v. 30, n. 4, p. 25-32, 1999.	6	B1
DAI, C. X.; WELLS, W. G. An exploration of project management office features and their relationship to project performance. <b>International Journal of Project Management</b> , v. 22, n. 7, p. 523-532, 2004.	6	A1 e A2
SHENHAR, A. J. One Size Does Not Fit All Projects: Exploring Classical Contingency Domains. <b>Management Science</b> , v. 47, n. 3, p. 394-414, 2001.	6	A1
SHENHAR, A. J.; DVIR, D. Project Management Research: The Challenge and Opportunity. <b>IEEE Engineering Management Review</b> , v. 36, n. 2, p. 112-121, 2007.	6	0.000/0.110
SHENHAR, A. J.; DVIR, D.; LEVY, O.; MALTZ, A. C. Project success: a multidimensional strategic concept. <b>Long Range Planning</b> , v. 34, n. 6, p. 699-725, 2001.	6	A1
TURNER, J. R.; LEDWITH A.; KELLY, J. Project management in small to medium-sized enterprises: A comparison between firms by size and industry. <b>International Journal of Managing Projects in Business</b> , v. 2, n. 2, p. 282-296, 2009.	6	B2 e B4

Tabela 11 - Referências Acadêmicas mais citadas nos Anais do ENEGEP

Fonte: os autores (2015). WebQualis (WQ) | Impact per Publication (IPP) | SCImago Journal Rank (SJR).

Portanto, pela análise da amostra e considerando as referências utilizadas é perceptível a relevância dos periódicos “International Journal of Project Management” (A1 em Administração, Ciências Contábeis e Turismo; e A2 em Engenharias III), “Project Management Journal” (B1 em Engenharias III) e “Revista Produção” (B2 em Engenharias III), pois como fonte de consulta para os autores daquelas pesquisas, levaram cada um dos periódicos a seis ocorrências na seção “Referências” dos artigos analisados. Então, pela avaliação desses periódicos, os mesmos constituem fontes confiáveis na busca de referências para a pesquisa em gerenciamento de projetos. Deste modo, com base apenas nos índices atuais, e não nos índices de avaliação do momento de publicação das referências citadas, o nível de excelência dos periódicos pode ser descrito como relevante, uma vez que de acordo com as classificações CAPES *WebQualis*, percebe-se que maioria dos periódicos científicos estão bem avaliados em função dos critérios estabelecidos e aqueles não avaliados, constam no banco de dados SCOPUS *Journal Metrics* com índices *Impact per Publication* (IPP) e *SCImago Journal Rank* (SJR).

Por fim, é importante destacar a interseção da Tabela 10 com a Tabela 11, em relação aos artigos referenciados pelos autores dos artigos analisados, “Metodologia singular de gestão de projetos: condição suficiente para a maturidade em gestão de projetos?” e “Fatores críticos para implementação de gerenciamento por projetos: o caso de uma organização de pesquisa”, uma vez que cada um possui 12 citações ao considerar-se o total de artigos analisados por este estudo.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento do gerenciamento de projetos no Brasil pode ser constatado de diversas maneiras. A primeira, relacionada às associações profissionais que vem ganhando espaço e se multiplicando. A segunda, devido à frequência de realização de simpósios, seminários e congressos sobre a temática exclusiva do gerenciamento de projetos. A terceira, de acordo com a perspectiva associada, as escolas de administração de empresas que ofertam programas de pós-graduação em gerenciamento de projetos, em cursos que atraem público de diferentes formações. A quarta, expressa pela quantidade de profissionais que buscam obter certificações profissionais com foco na disciplina do gerenciamento de projetos. E a quinta, ligada às empresas que têm investido fortemente na capacitação de pessoal, na criação de escritórios de projetos, na implantação de gestão de portfólios e programas, na mensuração do nível de maturidade em gerenciamento de projetos e na implantação de softwares específicos.

Por isto, o objetivo deste artigo foi recuperar a situação da produção científica brasileira no tema “Gerenciamento de Projetos”, por meio do mapeamento bibliométrico ao selecionar trabalhos publicados nos anais do Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração (EnANPAD) e do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Então, da população de 19.768 artigos, foram obtidos 60 artigos do EnANPAD e 186 artigos do ENEGEP, de modo que o trabalho identificou e analisou 246 artigos, o que representa aproximadamente 1% de publicação sobre o tema no período de onze anos compreendido entre 2004 e 2014.

Assim, este trabalho ao agrupar os subtemas de interesse para a pesquisa em gerenciamento de projetos, ao contrário da afirmação de que ‘Competências’ é o subtema de maior importância, como suscitam Calixto, Furlan e Carvalho (2012), constatou que o subtema de maior importância é a ‘Aplicação das Práticas’. Da mesma forma, contrapõe Leybourne (2007), ao menos no cenário brasileiro, uma vez que não há mudança de foco das pesquisas para o viés comportamental, pois o subtema ‘Ferramentas e Técnicas’ é o segundo assunto de maior interesse.

Entretanto, o estudo quando identificou o método de pesquisa dos trabalhos analisados, corrobora as afirmações de Calixto, Furlan e Carvalho (2012) e Serra *et al.* (2012), no que tange a maioria das publicações serem pesquisas qualitativas. Com

isso em mente, também aponta-se que o foco teórico está em como os fundamentos do gerenciamento de projetos tem sido utilizado pelos praticantes e que de fato, existe pouco interesse nos estudos em Gerenciamento de Projetos pelos pesquisadores brasileiros, como sugerido por Serra *et al.* (2012), além de que a pesquisa científica não acompanha o ritmo da evolução dos programas de formação, como indicado por Oliveira (2013), visto ser baixo o percentual de estudos sobre o tema nos anais dos Congressos Brasileiros de Administração e Engenharia de Produção.

Também, aponta-se que dentre os autores com mais publicações nos congressos, os subtemas de interesse recorrentes identificados pelo estudo foram nas temáticas com características bem definidas nos estudos em gerenciamento de projetos: a Gestão de Portfólio, o Escritório de Projetos e a Maturidade em Projetos. A primeira, sendo investigada pelas pesquisas com intenção de mensurar os níveis de sucesso, a maximização de valor, o equilíbrio e o alinhamento estratégico nas organizações. A segunda, vista como uma entidade organizacional à qual é atribuída uma variedade de papéis ou funções na execução de uma gestão coordenada dos projetos sob seu domínio para gerir a organização de projetos, programas e/ou portfólios. E a terceira, para entender o desenvolvimento progressivo da abordagem, metodologia, estratégia e processos de tomada de decisão de uma organização.

O ponto de destaque do estudo é a proficiência dos pesquisadores Marly Monteiro de Carvalho (CARVALHO, M. M.) e Roque Rabechini Júnior (RABECHINI JR., R.), os quais figuram entre os autores que mais publicaram por ano nos congressos analisados, e também entre as referências tradicionais (livro) e acadêmicas (artigo) mais citadas nos artigos analisados. Isso indica, primeiro, que a agenda de pesquisa possui pesquisadores brasileiros regulares e frequentes na temática, e segundo, que outros pesquisadores brasileiros estão interessados nos trabalhos nacionais, que retratam o gerenciamento de projetos em função das variáveis típicas e exclusivas do Brasil, o que contrasta, porém confirma Serra *et al.* (2012), ao apontar que a quantidade de pesquisadores é reduzida diante da grande e crescente utilização prática pelas empresas.

Adicionalmente, este estudo verificou que são poucas as pesquisas em gerenciamento de projetos. Entretanto, identifica-se um movimento constante sobre as diversas perspectivas do conhecimento existente na disciplina, que impulsiona os estudos em gerenciamento de projetos e constitui potencialidades de pesquisa na temática. Ou seja, isso aponta que a agenda proposta por Rego e Irigaray (2011), tem se mostrado viável na medida que os estudos contemplam os aspectos temporários das organizações, a incerteza e as interações existentes nos projetos. Por fim, conclui-se que as pesquisas em gerenciamento de projetos são frequentes, o que é comprovado pelas publicações nos anais dos congressos nacionais de maior relevância na área de Administração e Engenharia de Produção, sendo esse último o que apresenta maior frequência de submissão, para trabalhos com foco no gerenciamento de projetos.

Ainda, é prática comum nos estudos bibliométricos relatar as Instituições de

Ensino Superior (IES), as quais pertencem os autores que se destacaram como mais “produtivos”. Porém, neste trabalho, optou-se por não registrar aquela informação, uma vez que os autores desta pesquisa decidiram não inferir, mesmo após pesquisa no Currículo Lattes, a qual IES estavam associados os autores dos artigos analisados no respectivo ano em que ocorreu o evento e a publicação dos artigos nos anais do EnANPAD. Por isso, em função da não possibilidade de comparação, aponta-se como limitação deste estudo a ausência do relato das IES dos autores dos artigos do EnANPAD e ENEGEP, mesmo que neste último, conste nos trabalhos a informação da IES atrelada ao nome dos autores. Entretanto, superadas as limitações, acredita-se que esta pesquisa, oferece informações a respeito do que é produzido no país e contribui para a compreensão e maior consistência da academia, já que pode incentivar reflexões críticas por parte dos pesquisadores, eventos, periódicos, etc.

Como sugestão para pesquisas futuras é possível verificar por meio de consulta ao CAPES *WebQualis* nas áreas de avaliação “Administração, Ciências Contábeis e Turismo” e “Engenharias III” os possíveis periódicos científicos nos quais os artigos publicados nos anais do EnANPAD e ENEGEP, respectivamente, poderiam ter sido submetidos em anos posteriores aos congressos. Para então, buscar, recuperar e mensurar a qualidade dos artigos aceitos para publicação em função da classificação da produção intelectual da CAPES para periódicos, ocasião em que também poderia ser confirmado a associação dos autores com as IES, no caso dos artigos com origem no EnANPAD.

Outra sugestão, sob o enquadramento das categorias apontadas como subtemas por este trabalho, e na perspectiva de avançar a pesquisa em gerenciamento de projetos é proceder-se novas pesquisas dentro daqueles subtemas com a intenção de melhor compreender as relações e os fenômenos propiciados pelo conhecimento em gerenciamento de projetos, ou mesmo propor novas agendas em função de outras áreas de conhecimento, as quais não foram detectadas por este estudo, o que é uma lacuna a ser explorada com a intenção de contribuir para a discussão sobre os resultados da aplicação dos métodos de gestão em projetos em relação ao retorno dos investimentos.

Finalmente, os autores deste trabalho compartilham da opinião de Serra *et al.* (2012, p. 73), quanto “a evolução do gerenciamento de projetos como disciplina vai depender da incorporação de maior rigor teórico, ligação com outras disciplinas e pelo aumento do interesse de pesquisadores que atuam em outras áreas de conhecimento”.

## **AGRADECIMENTOS**

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)  
Revista de Gestão e Projetos (GeP)

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDROVA, Matilda; STANKOVA, Liliana; GELEMENOV, Angel. The role of project office for project portfolio management. **Economic Alternatives**, v. 1, n. 1, p. 19-30, 2015.
- ARTTO, Karlos; KUJALA, Jaakko; DIETRICH, Perttu; MARTINSUO, Miia. What is project strategy? **International Journal of Project Management**, v. 26, n. 1, p. 4-12, 2008.
- BUENO, Juliana M. **Produção científica em gestão de projetos: Um balanço crítico sobre pesquisas na área**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2011.
- CALIXTO, Gustavo M.; FURLAN, Patricia K.; CARVALHO, Marly M. D. Estudo das tendências na análise de competências na gestão de projetos através de técnicas de bibliometria. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 3, n. 1, p. 181-196, 2012.
- CARVALHO, Marly M. D.; RABECHINI JÚNIOR, Roque; PESSÔA, Marcelo S. D. P.; LAURINDO, Fernando J. B. Equivalência e completeza: Análise de dois modelos de maturidade em gestão de projetos. **Revista de Administração**, v. 40, n. 3, p. 289-300, 2005.
- CICMIL, Svetlana; HODGSON, Damian. New possibilities for project management theory: A critical engagement. **Project Management Journal**, v. 37, n. 3, p. 111-122, 2006.
- CODAS, Manuel M. B. Gerência de projetos: Uma reflexão histórica. **Revista de Administração de Empresas**, v. 27, n. 1, p. 33-37, 1987.
- JUGDEV, Kam. Through the looking glass: Examining theory development in project management with the resource-based view lens. **Project Management Journal**, v. 35, n. 3, p. 15-26, 2004.
- KERZNER, Harold. **Gestão de projetos: As melhores práticas**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- KERZNER, Harold. **Gerenciamento de projetos: Uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle**. São Paulo: Blucher, 2011.
- LARIEIRA, Claudio Luis C. **Gestão de portfólio de projetos: Um estudo bibliométrico para exploração dos avanços e tendências na pesquisa acadêmica**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2011.
- LEYBOURNE, Stephen. The changing bias of project management research: A consideration of the literatures and an application of extant theory. **Project Management Journal**, v. 38, n. 1, p. 61-73, 2007.
- LUCA, Márcia M. M. D.; CARDOSO, Vanessa I. D. C.; VASCONCELOS, Alessandra C. D.; PONTES, Ayrtonbezerra. Análise da produção científica referente à temática de sustentabilidade em pesquisas da Administração. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 15, n. 3, p. 469-500, 2014.
- MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de marketing: Uma orientação aplicada**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- MARTINSUO, Miia; KILLEN, Catherine P. Value management in project portfolios: Identifying and assessing strategic value. **Project Management Journal**, v. 45, n. 5, p. 56-70, 2014.
- MENEGHETTI, Francis K. O que é um ensaio-teórico? **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n. 2, p. 320-332, 2011.
- OLIVEIRA, Ronielton R. **Antecedentes do desempenho do escritório de gerenciamento de**

**projetos:** Estratégia, pessoas e operações - uma proposta de modelo conceitual. 2013. 156 f. Dissertação de Mestrado - Universidade FUMEC, Belo Horizonte, 2013.

PATAH, Leandro A.; CARVALHO, Marly M. D. Alinhamento entre estrutura organizacional de projetos e estratégia de manufatura: Uma análise comparativa de múltiplos casos. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 2, p. 301-312, 2009.

PELEIAS, Ivam Ricardo; WAHLMANN, Gabriela Christina; PARISI, Cláudio; ANTUNES, Maria Thereza P. Dez anos de pesquisa científica em controladoria no Brasil (1997 - 2006). **Revista de Administração e Inovação**, v. 7, n. 1, p. 193-217, 2010.

PRADO, Darci S. **Maturidade em gerenciamento de projetos**. Nova Lima: INDG Tecs, 2008.

REGO, Marcos L.; IRIGARAY, Hélio Arthur R. **Gerenciamento de projetos:** Existe produção científica brasileira? In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 35., 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2011.

RIBEIRO, Henrique C. M.; CORRÊA, Rosany. 10 anos de pesquisa da Revista Brasileira de Inovação sob a ótica da bibliometria e da rede social. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 15, n. 4, p. 729-767, 2014.

RICHARDSON, Roberto J. **Pesquisa social:** Métodos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROCHA, Adilson C. D.; GOMES, Clandia M.; KNEIPP, Jordana M.; CAMARGO, Caroline R. Gestão de projetos e sustentabilidade: Um estudo bibliométrico da produção científica na base WEB OF SCIENCE. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 4, n. 3, p. 73-97, 2013.

RODRIGUES, Ivete; RABECHINI JÚNIOR, Roque; CSILLAG, João M. Os escritórios de projetos como indutores de maturidade em gestão de projetos. **Revista de Administração**, v. 41, n. 3, p. 273-287, 2006.

SERRA, Fernando R.; FERREIRA, Manuel P.; MACCARI, Emerson; ALMEIDA, Martinho R. D.; SERRA, Bernardo. Status da produção acadêmica brasileira em PM: Uma avaliação a partir de trabalhos do ENANPAD e ENEGEP. **Revista MundoPM**, Curitiba, n. 47, p. 68-78, out./nov. 2012.

SHENHAR, Aaron J.; DVIR, Dov. **Reinventing project management:** The diamond approach to successful growth and innovation. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press, 2007.

SOUZA NETO, João; ORLANDI, Tomás Roberto C. Avaliação científica sobre o alinhamento entre a TI e o negócio e o gerenciamento de portfólio de projetos. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 5, n. 3, p. 71-87, 2014.

TASIC, Velimir. Project management office: Typology and benefits. **Informatyka Ekonomiczna Business Informatics**, v. 31, n. 1, p. 173-182, 2014.

VERGARA, Sylvia C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

## GESTÃO DO CONHECIMENTO NO DEPARTAMENTO PÓS-OBRA

### **Erick Areco Cáceres**

Universidade Federal da Grande Dourados,  
Faculdade de Engenharia  
Dourados – Mato Grosso do Sul

### **Silvia de Toledo Gomes**

Universidade Federal da Grande Dourados,  
Faculdade de Engenharia  
Dourados – Mato Grosso do Sul

**RESUMO:** Na atual conjuntura nacional, construtoras e engenheiros são responsáveis pelo empreendimento que entregam durante os primeiros cinco anos de uso da edificação. O setor de assistência técnica pós-obra, que é responsável pelos reparos solicitados durante os cinco anos de garantia do imóvel, além de ter responsabilidade sobre as manutenções corretivas, também pode ser um meio de informações para que erros construtivos não sejam cometidos em outros serviços prestados pela empresa. Neste artigo são apresentadas, através de um estudo de caso, formas de melhorar e de diminuir o custo da produção, através da análise de dados do departamento pós-obra de uma construtora da cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul.

**PALAVRAS-CHAVE:** pós-obra; manutenção predial; gestão do conhecimento; reparos.

**ABSTRACT:** In the current national context,

builders and engineers are responsible for the project they deliver during the first five years of building use. The after-sales service department, which is responsible for the repairs requested during the five-year guarantee of the property, as well as having responsibility for corrective maintenance, can also be a means of information about constructive errors, so this errors are not committed in other company's constructions. In this paper will be presented, through a case study, ways to improve production and reduce its cost through the analysis of data from the after-sales service department of a construction company from Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil.

**KEYWORDS:** post-work; building maintenance; knowledge management; repairs.

## 1 | INTRODUÇÃO

### 1.1 Definição do Tema

Em conformidade com o artigo 618 do capítulo VIII do Código Civil vigente desde janeiro de 2003, o construtor tornou-se responsável por tratar as patologias que podem surgir em uma edificação durante cinco anos após a entrega para o consumidor final (REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, LEI Nº 10.406, 2008). A partir daí, o comprador

tomou maior conhecimento a respeito de seus direitos e a construtora, por sua vez, viu a necessidade da padronização de seus processos e da aplicação dos conceitos de qualidade dentro dos empreendimentos (OLIVEIRA, 2013).

Art. 618. Nos contratos de empreitada de edifícios ou outras construções consideráveis, o empreiteiro de materiais e execução responderá, durante o prazo irredutível de cinco anos, pela solidez e segurança do trabalho, assim em razão dos materiais, como do solo.

Parágrafo único. Decairá do direito assegurado neste artigo o dono da obra que não propuser a ação contra o empreiteiro, nos cento e oitenta dias seguintes ao aparecimento do vício ou defeito (REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, LEI Nº 10.406, p. 213).

A contar deste momento, criou-se, então, o setor de assistência técnica pós-obra dentro de construtoras e incorporadoras. Sempre que se pensa em uma construtora, é comum supor que ela só estará presente na fase de execução, porém, é na fase após a entrega da edificação que a obra é posta à prova e atinge o objetivo final da sua realização: ocupação e uso. É nesta fase que podem aparecer patologias oriundas de sistemas construtivos não adequados, projetos mal executados, materiais trocados durante a fase de execução, mão de obra não qualificada, falta de compatibilização entre projetos e falta de manutenção preventiva.

A assistência técnica pós-entrega aparece, justamente, para corrigir estes problemas construtivos e garantir a satisfação do cliente final. É muito importante que as empresas se preocupem com a satisfação do cliente, pois estando satisfeito, pode atrair novos; já um insatisfeito pode gerar má reputação à empresa, o que comprometeria os negócios (MOURTHÉ, 2013).

Desta forma, o departamento de assistência técnica pós-obra pode ser entendido como uma forma de conectar o construtor ao seu cliente na busca da qualidade e contentamento de suas necessidades (CUPERTINO e BRANDSTETTER, 2015).

Usuários bem informados de seus direitos e seus deveres, no que tange à sua propriedade, geram menos custos à construtora, uma vez que realizam as manutenções preventivas e patologias provenientes da falta delas aparecem com menos frequência.

Todavia, no Brasil os estudos sobre manutenção predial ainda são escassos e o conceito não é difundido fora dos meios profissional e acadêmico, portanto a população em geral não tem acesso a esse tipo de conhecimento e não sabe que a falta de manutenção gera grandes prejuízos econômicos e ambientais (MOURTHÉ, 2013).

## 1.2 Identificação do Problema

A preocupação em conhecer o desempenho dos produtos e a satisfação dos clientes não estava presente na construção civil até que o novo Código Civil entrou em vigor em janeiro de 2003. O consumidor passou a ser mais exigente em relação à qualidade dos produtos adquiridos, e o construtor teve que começar a investir em

programas de qualidade, treinamento dos funcionários e manuais do proprietário para tentar diminuir o aumento no custo pós-venda (OLIVEIRA, 2013).

Desde então, construtoras de todo o país demonstram que os custos anuais de manutenção das edificações em uso varia de 1% a 2% do custo da obra, valor que parece pequeno, mas se acumulado aos prováveis outros empreendimentos da empresa e aos cinco anos de garantia, pode ser muito alto (ABNT NBR 5674, 2003).

### 1.3 Objetivo Geral

Apresentar uma estratégia para construtoras diminuïrem seus custos e melhorarem sua produção através do estudo do setor de assistência técnica pós-obra de uma empresa de Dourados, MS.

### 1.4 Objetivos Específicos

- Relacionar, através do estudo de caso, a ocorrência de patologias com maior incidência e sua possível causa;
- Analisar o fluxo de ocorrências na assistência técnica pós-obra e quantificá-las em nichos;
- Propor ações para auxiliar a empresa a melhorar o seu atendimento e a reatualização do sistema.

### 1.5 Justificativa

A busca pela causa das patologias que aparecem nas construções é o ponto crucial para entender e melhorar o processo produtivo na construção civil. De acordo com Helene (1997), em uma construção, os custos de intervenções feitas para atingir a durabilidade de projeto crescem de forma similar a uma progressão geométrica de razão 5. Esta lei é conhecida como Lei de Sitter ou Regra dos 5, conforme a Figura 1.

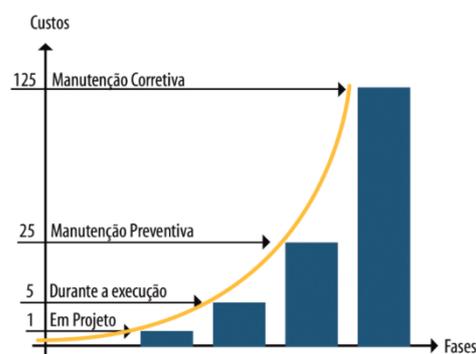


Figura 1: Evolução de custos conforme a fase em que é realizada a manutenção.

Fonte: (SITTER, 1984, *apud* HELENE, 1997).

Conforme a Figura 1, a progressão geométrica da Regra dos 5 ocorre em quatro fases da construção: projeto, execução, manutenção preventiva e manutenção

corretiva. Na fase de projeto, todas as medidas tomadas com a intenção de aumentar a durabilidade da edificação implicam num custo que pode ser associado ao número 1. Nesta fase, não há custos à construtora para resolver problemas, apenas ganhos. Já nas fases seguintes, o valor do problema é multiplicado por cinco. A partir daí, todos os problemas que surgirem, e que poderiam ser previstos na fase de projeto, gerariam custos cada vez maiores às construtoras. Dito isto, a relevância deste estudo nas solicitações de assistência técnica pós-entrega da obra, centraliza-se na busca da origem dos problemas na construção. Uma vez encontrada a origem na fase de projeto ou execução, o construtor terá a fórmula para não cometer o mesmo erro e assim conseguirá aumentar a qualidade de seus empreendimentos e sua produção e lucro melhorarão.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Gestão da Qualidade

A qualidade na construção civil começou a ganhar importância significativa no Brasil no início da década de 1990, quando algumas empresas do setor começaram a implantar Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) depois de pesquisas iniciais sobre o tema realizadas por universidades do país (HARTZ e OLIVEIRA, 2011).

Como consta na ABNT NBR 14037, a busca por qualidade é o que impulsiona a introdução de mudanças na construção civil e que evidencia a necessidade de um tratamento mais amplo do processo construtivo.

Um produto com qualidade é um produto que está em conformidade com as especificações (quando na prática o produto cumpre as características descritas no demonstrativo) e possui um valor que compense, está adequado para o uso, é atrativo e tem um preço competitivo (MELLO *at al*, 2008, *apud* HARTZ e OLIVEIRA, 2011).

No Brasil existe o PBQP-H, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat, um instrumento do Governo Federal que tem como meta organizar o setor da construção civil por meio de dois parâmetros principais: melhoria da qualidade do habitat e modernização da produção (Portal O PBQP-H, 2018).

A busca pela qualidade através deste programa é aliada a um conjunto de ações: normalização técnica, melhoria da qualidade de materiais, avaliação das tecnologias inovadoras, promoção da comunicação entre os setores envolvidos, capacitação de laboratórios, avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, entre outros. Com isso, busca-se uma maior competitividade no setor, a redução de custos, a otimização de recursos e a melhoria da qualidade dos produtos (FLORIM, 2005).

A Gestão da Qualidade Total, que é uma filosofia de gestão e também pode ser aplicada à engenharia civil, é uma abordagem gerencial que enxerga a qualidade como a junção de todos os procedimentos organizacionais: administração, trabalho

de engenharia, marketing e fabricação. Visa, principalmente, aumentar a qualidade do processo produtivo e, assim, atingir a satisfação do cliente. Os componentes fundamentais da Gestão da Qualidade Total são o controle da qualidade, a melhoria da qualidade e o planejamento da qualidade (RUHOFF, 2018).

Algumas ferramentas da Gestão da Qualidade podem ser aplicadas para melhorar a produção. Elas têm a finalidade de analisar, definir, mensurar e propor soluções para os problemas que atrapalham o rendimento do processo produtivo, porém, deve-se tomar cuidado ao escolher a ferramenta adequada para cada problema, pois suas finalidades são diferentes (SILVA *et al.*, 2008).

## 2.2 Gestão do Conhecimento na Construção Civil

A gestão do conhecimento pode ser entendida como qualquer ato que envolva criação, aquisição, compartilhamento, disseminação, captura, uso e reutilização do conhecimento (LEE e KANG, 2005, *apud* FANTINATTI, 2008).

Atualmente, existem três tipos de empresas no mercado: empresas que aprendem, as tradicionais e as atrasadas. As empresas que aprendem são constituídas por aquelas que têm maior aderência às práticas de gestão do conhecimento; as empresas tradicionais apresentam menor aderência da gestão do conhecimento; já as atrasadas, apresentam quase nenhum grau de adesão à gestão do conhecimento (MOURA, 2001).

As empresas que aprendem são parte de um grupo que entendeu que o conhecimento se tornou uma das matérias primas mais importantes dentro de uma companhia. São empresas que estudam ações tomadas no passado, analisam os erros cometidos para evitar que ocorram novamente e repetem as atividades bem sucedidas dentro do processo produtivo (SANTIAGO, 2004).

Na construção civil, as empresas, normalmente, não têm a prática de integrar e sistematizar as lições aprendidas em projetos realizados anteriormente (RIBEIRO, 2006, *apud* CINTRA e DUARTE, 2008). Isso torna de suma importância a implantação de ferramentas de gestão do conhecimento em construtoras, para que estas se tornem empresas que aprendem e elevem o seu potencial de mercado.

O que ocorre, na prática, é que as empresas de construção perdem parte do conhecimento quando seus engenheiros, mestres de obras, encarregados e operários alocados na produção são dispensados ou transferem-se para outras empresas. E, mesmo no dia-a-dia, quando o ambiente de trabalho ou o mercado são instáveis, há fortes barreiras para a troca de conhecimento por parte desses mesmos profissionais (FANTINATTI, 2008, p. 17).

Os modelos antigos de gerenciamento de empresas não apresentam eficácia quando se trata da gestão do conhecimento, pois são modelos que abordam recursos tangíveis, como bens de produção e o capital. Desta forma, tornou-se necessária a criação de novos meios de gestão para atingir os recursos intangíveis, tal qual o conhecimento, que é a nova forma de gerar capital no século XXI (PRUSAK, 2006,

*apud* GUIMARÃES *et al.*, 2009).

De acordo com a pesquisa de Russo (2000), há três formas de dividir as ferramentas de gestão do conhecimento: geração, codificação e transferência.

A **geração de conhecimento** é o fornecimento e processamento de informações. É vista como uma das melhores contribuições da gestão de conhecimento, pois é com esta ferramenta que se obtêm conhecimentos para criar e inovar dentro do processo produtivo. Inclui a aquisição de novos conhecimentos para a empresa, a síntese de várias ideias que, combinadas, são ideais para cada companhia e a criação de conhecimento, uma das ferramentas menos utilizadas, pois demanda criatividade para romper padrões de conhecimento já estabelecidos dentro da empresa.

A **codificação de conhecimento** é uma maneira de representação do conhecimento de uma forma que ele possa ser acessado e transferido para internos e externos à empresa. A codificação pode ser feita através de *knowledge-bases*, que é uma base de dados que captura conhecimentos de interesse de cada empresa, porém, não muda o conteúdo das ideias. Estas bases também podem armazenar o contexto em que as ideias foram aplicadas, a história, as inter-relações que a aplicação desta ideia gerou e demais informações importantes para aplicar o conhecimento.

Já a **transferência de conhecimento** é uma grande aliada para que, cada parte da empresa, tire vantagem dos conhecimentos obtidos em outros setores da organização e os apliquem nos seus próprios setores de atuação.

Quando mal implementadas, essas ferramentas de gestão de conhecimento funcionam apenas como ferramentas de gerenciamento de dados. As empresas devem gratificar o compartilhamento de conhecimento para conseguir ter um impacto poderoso das ferramentas quando estas forem executadas (RUSSO, 2000).

De acordo com Fong e Wong (2005) *apud* Fantinatti (2008), as atividades e os registros da assistência técnica apresentam uma ótima oportunidade para obtenção de dados e reuso deste conhecimento para o melhoramento da produção que, posteriormente, resultará em clientes mais satisfeitos e menores gastos com manutenções corretivas, que são de responsabilidade da construtora.

### 2.3 Manutenção Predial

As casas são planejadas para suprir a demanda de seus usuários por muito tempo, porém, os proprietários não se planejavam para atender as necessidades da casa ao longo dos anos (MOURTHÉ, 2013).

Destaca-se, então, a importância da manutenção predial para que os edifícios sejam habitáveis durante todos os anos úteis previamente estabelecidos em projeto.

É inviável sob o ponto de vista econômico e inaceitável sob o ponto de vista ambiental considerar as edificações como produtos descartáveis, passíveis da simples substituição por novas construções quando seu desempenho atinge níveis inferiores ao exigido pela ABNT NBR 15575 (partes 1 a 6). Isto exige que se tenha em conta a manutenção das edificações existentes, e mesmo as novas edificações construídas, tão logo colocadas em uso (ABNT NBR 5674/2012, p. VI).

A manutenção, ainda de acordo com a NBR 5674/2012 – Manutenção de Edificações, pode ser entendida como “um conjunto de atividades realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes a fim de atender às necessidades e segurança de seus usuários”. Já para Ramsey (2012), manutenção é o ato de se preservar todos os elementos que estão sujeitos a desgaste por excesso de uso e danos.

Nos termos da ABNT NBR 5674 – Manutenção de Edificações, há dois tipos de manutenção que podem ser realizadas em edificações: manutenção preventiva e corretiva. A manutenção preventiva é um tipo de manutenção rotineira, caracterizada pela realização de serviços constantes que podem ser feitos pelo proprietário ou, se for o caso, pela equipe contratada pelo condomínio para desenvolver essa função.

O principal objetivo desta manutenção é evitar danos à edificação, pois custa mais caro consertar do que manter, portanto deve-se estabelecer uma rotina de manutenção predial preventiva que, ao mesmo tempo, repara e prolonga a vida útil dos prédios através de serviços rotineiros (ROCHA, 2007).

A manutenção interna da casa obtém melhores resultados quando é feita periodicamente, antecipando problemas, em vez de esperar que as necessidades se tornem emergências. Sempre que isso se aplicar, a manutenção preventiva deve ser realizada antes do período que o sistema será mais utilizado. Por exemplo, o sistema de refrigeração deve receber cuidados de manutenção durante a primavera; o sistema de aquecimento, no outono. Os sistemas internos que são continuamente utilizados durante o ano devem passar por revisão de acordo com sua prioridade, começando por aqueles que são mais necessários (RAMSEY, 2012, p. 88).

A manutenção corretiva é considerada a pior e a mais cara de todas, conforme já citado pela Lei de Sitter. Infelizmente, é o tipo de manutenção mais comum e, nos termos da ABNT NBR 5674, inclui todos os serviços não previstos na manutenção preventiva, abrangendo a de emergência. Este tipo de manutenção exige uma intervenção imediata para evitar riscos ou prejuízos pessoais aos proprietários.

A fim de se evitar os consertos de emergência, deve ser estabelecido um cronograma de manutenções preventivas. Isso poupará tempo e dinheiro para o proprietário ou administradores do condomínio (RAMSEY, 2012).

As patologias encontradas na construção são originárias de quatro fatores: endógenos (internos), exógenos (externos), naturais e funcionais. Os fatores importantes para esta pesquisa são os funcionais e os endógenos. Os fatores funcionais são oriundos do uso inadequado do imóvel e da falta de manutenção, sendo eles: incrustações e corrosões das tubulações hidráulicas, sujidade e desgaste dos revestimentos e fachadas e ataque de pragas urbanas como o cupim. Todos eles podem ser evitados com a manutenção adequada (IBAPE, 2005).

As anomalias endógenas são provenientes de falhas no projeto ou execução, da escolha dos materiais utilizados ou ainda da combinação dessas etapas. Esses problemas devem ser reparados na fase de garantia do imóvel para que o responsável legal (construtor) faça a manutenção corretiva. São exemplos de anomalias endógenas:

trincas, portas empenadas, insuficiência de vagas na garagem e infiltrações (IBAPE, 2005).

É importante salientar que, de acordo com a NBR 5674 de 2012, o principal responsável pela manutenção é o proprietário do imóvel ou seu representante legal. A falta de manutenção pode acarretar a perda de garantia da construção caso o prazo de garantia ainda seja vigente. Por isso, é de extrema importância que estratégias de manutenção sejam definidas desde a entrega do prédio, tanto para proteger quanto para preservar a sua garantia (IBAPE, 2005).

O principal instrumento para manter a qualidade e instruir compradores sobre a manutenção correta da sua nova casa é o Manual do Proprietário. De acordo com a ABNT NBR 14037 – Manual de operação, uso e manutenção de edificações, o manual do usuário deve conter: características técnicas da construção; procedimentos recomendados para melhor aproveitamento da edificação; orientação sobre as atividades de manutenção; e prevenir sobre a ocorrência de acidentes e falhas devido ao uso inadequado.

Yazigi (2013) indica que o manual do proprietário deve ser entregue pela construtora para cada um dos usuários do imóvel no ato da passagem das chaves, após a vistoria de entrega feita junto ao comprador.

Conclui-se que qualquer edifício concebido deve obedecer alguns aspectos para reduzir seus custos de manutenção: facilidade na execução, níveis de qualidade de execução e manutenção definidas desde antes da entrega do projeto e uma clara e bem definida estratégia de manutenção preventiva (SOUZA e RIPPER, 1998).

## 2.4 Assistência Técnica Pós-Entrega de Edificações

Com a promulgação do código de defesa do consumidor pela lei 8078 de 1990, o qual introduziu diversos direitos e garantias aos consumidores, complementadas com o novo código civil vigente desde janeiro de 2003, ocorreu um aumento considerável das reclamações nas relações de consumo na última década (OLIVEIRA, 2013).

Não foi diferente com a construção civil, que teve que lidar com clientes mais exigentes e cientes de seus direitos. Empresas passaram a se preocupar ainda mais com os vícios construtivos e as manifestações patológicas das edificações e, para dar uma maior assistência aos seus clientes, criaram o departamento de assistência técnica pós-entrega de edificações ou pós-obra (CUPERTINO e BRANDSTETTER, 2015).

Ordinariamente, os problemas construtivos da edificação nova são de responsabilidade dos construtores e incorporadores, consoante estabelece o artigo 12 do código de defesa do consumidor, que determina a reparação pelos danos causados aos consumidores por defeitos de projeto, fabricação, construção e montagem de seus produtos, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua utilização e riscos. Assim sendo, as anomalias de origem endógena devem ser reparadas pelos construtores e incorporadores, observados os prazos legais e de garantia (IBAPE, 2005, p. 20).

Apesar de ser um setor de grande importância para a construtora, pois é nele que as relações entre cliente e empresa se estreitam, o pós-obra não recebe a devida atenção. A qualidade final do produto está diretamente ligada ao processo produtivo e à retroalimentação do sistema, que gera melhoria contínua (OLIVEIRA, 2013). Essa retroalimentação deveria ser advinda do pós-obra, que tem contato direto com os problemas construtivos após a entrega do empreendimento e pode fornecer dados sobre a origem das patologias da construção. Assim, a empresa teria conhecimento para não repetir erros de projeto ou execução em próximas edificações e diminuir o retrabalho e custos deste setor.

É bem verdade que os trabalhos de manutenção não têm o mesmo charme que os de projeto ou de construção original e, talvez por isso, ainda sejam muitas vezes vistos pelos responsáveis como improdutivos e desnecessários. Vê-se, no entanto, o tamanho da ignorância ou irresponsabilidade de quem assim procede. Negligenciar com a manutenção é um acumular de deficiências e custos que, a um certo ponto, pode vir a tornar-se insuportável (SOUZA e RIPPER, 1998, p. 232).

A previsão destes gastos com pós-obra é uma incógnita para a maioria dos construtores, visto que os problemas que surgem na construção podem ser em decorrência de diversos fatores: material utilizado, mão de obra não qualificada, falta de manutenção preventiva ou corretiva por parte do proprietário (MOURTHÉ, 2013).

Ainda de acordo com Mourthé (2013), enfrenta-se uma dualidade entre a inexistência de cuidados preventivos na edificação e o que de fato é serviço do construtor. Os condomínios, em sua maioria, usam os cinco anos de garantia do empreendimento para responsabilizar a construtora por qualquer dano sofrido pelo edifício, sem ao menos ter conhecimento de suas próprias responsabilidades com a edificação, aumentando ainda mais os gastos da construtora com o setor de assistência técnica pós-obra.

Os prazos de garantia devem sempre ser levados em consideração quando uma empresa recebe uma solicitação de manutenção. Caso o prazo de garantia já tenha expirado, a construtora não tem mais responsabilidade sobre o edifício e a solicitação de manutenção é julgada improcedente.

Caso os itens com defeito ainda estejam no seu prazo de garantia, é feito um agendamento para um técnico da empresa realizar uma visita e avaliar a responsabilidade da empresa sobre a solicitação. Caso seja constatado mau uso, o proprietário perde a garantia dos itens e é informado pela construtora do motivo do ocorrido, para que ele entenda que usou o imóvel de forma contrária ao estabelecido no manual do proprietário e não cometa o mesmo erro. Caso a solicitação seja procedente, a empresa toma total responsabilidade pelo reparo que deve ser feito. Este fluxo pode ser entendido na Figura 2.



Figura 2: Fluxograma do pós obra.

Fonte: (CUPERTINO e BRANDSTETTER, 2015).

### 3 | METODOLOGIA

#### 3.1 Estudo de Caso

Essa pesquisa é de caráter exploratório e tem como ferramenta o estudo de caso. O estudo de caso analisa um fenômeno em seu contexto no mundo real com o intuito de mostrar a divergência entre estudos teóricos e a realidade e mesclar estes dois meios (YIN, 2003).

Nesta pesquisa, será apresentado um estudo de caso do setor de assistência técnica pós entrega de edificações de uma empresa de construção civil de Dourados, Mato Grosso do Sul. O primeiro filtro para escolher essa empresa foi o nicho de atuação, ela necessariamente deveria trabalhar com obras de habitação popular. A realização do primeiro contato com essa empresa foi feita através de *e-mail*, em seguida foi feita uma apresentação formal do projeto de pesquisa à empresa e, então, foi iniciado o estudo de caso.

Na empresa estudada, o estudo de caso foi aplicado em forma de uma entrevista semiestruturada, um tipo de entrevista em que o entrevistador tem perguntas pré-definidas, porém, dá liberdade ao entrevistado de ter uma conversa fluida e falar sobre outros aspectos que talvez sejam importantes para a pesquisa. Além disso, foi feito o recolhimento de todos os dados armazenados pela empresa sobre a assistência

técnica pós-obra que eles realizam, desde ordens de serviço a fotografias.

A análise dos documentos coletados na empresa foi feita através de tabulações pelo programa Excel e, posteriormente, por gráficos de Pareto. O gráfico de Pareto permitiu ordenar as chamadas de serviço por ordem de frequência, desta forma foi possível descobrir quais são os principais problemas que a empresa tem no seu setor pós-obra.

## **4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Características da Empresa Estudada**

A empresa estudada é especializada em reparos e manutenções pós-obra e, neste estudo, foi denominada “Empresa A”. É terceirizada por construtoras para fazer esse tipo de serviço e, desde setembro de 2017 a fevereiro de 2018, foi responsável pelo setor de assistência técnica pós-obra de três condomínios de uma mesma construtora, somando 800 apartamentos divididos em 50 blocos de 4 pisos, com 4 apartamentos por andar. Estes apartamentos são de habitação popular, possuem 42 m<sup>2</sup>, distribuídos em dois quartos, um banheiro, sala e cozinha junto à área de serviços, sendo 25 adaptados às famílias portadoras de necessidades especiais. As obras destes condomínios foram concluídas e entregues em setembro de 2016 e custaram R\$ 29 milhões.

### **4.2 Análise dos Dados**

Em entrevista, foi constatado pela Empresa A que a construtora fez a inspeção de todos os apartamentos antes de entregá-los e, no ato da entrega, foram realizadas pesquisas de satisfação e a verificação de vícios construtivos aparentes junto aos clientes. Além disso, todos os clientes receberam o manual de uso do apartamento e foram informados a respeito de perdas de garantia e sobre as obrigações do setor pós-obra.

A construtora se enquadrou como uma empresa tradicional, aquela que faz pouco uso das técnicas de gestão do conhecimento. Eles geram conhecimento, mas falham ao codificá-lo e não o transferem.

A Empresa A não foi incumbida de fazer ações de conscientização de moradores a respeito de manutenções preventivas, sendo que estas atividades também não eram realizadas pela construtora, o que pode ter acarretado no aumento de solicitações de manutenções corretivas.

Os dados passados pela Empresa A foram as tabulações das ordens de serviço do setor pós-obra no período de 5 meses, compreendido entre outubro de 2017 a fevereiro de 2018, contendo apenas os custos de mão de obra. Nestas tabelas, observou-se que as solicitações não são detalhadas, o que dá pouco controle à empresa sobre os

serviços e materiais utilizados.

Ao acompanhar um funcionário durante o atendimento de uma solicitação julgada procedente, foi constatado que a ordem de serviço é de pouca praticidade para ser preenchida e, que, algo mais intuitivo e rápido, como uma listagem das solicitações mais comuns e materiais utilizados para o funcionário apenas assinalar, seria uma saída para conseguir coletar mais dados a respeito dos serviços realizados e entender melhor a procedência do problema.

Após a coleta de dados, foi feita uma nova tabulação com número de solicitações por mês, o que gerou o Figura 3.

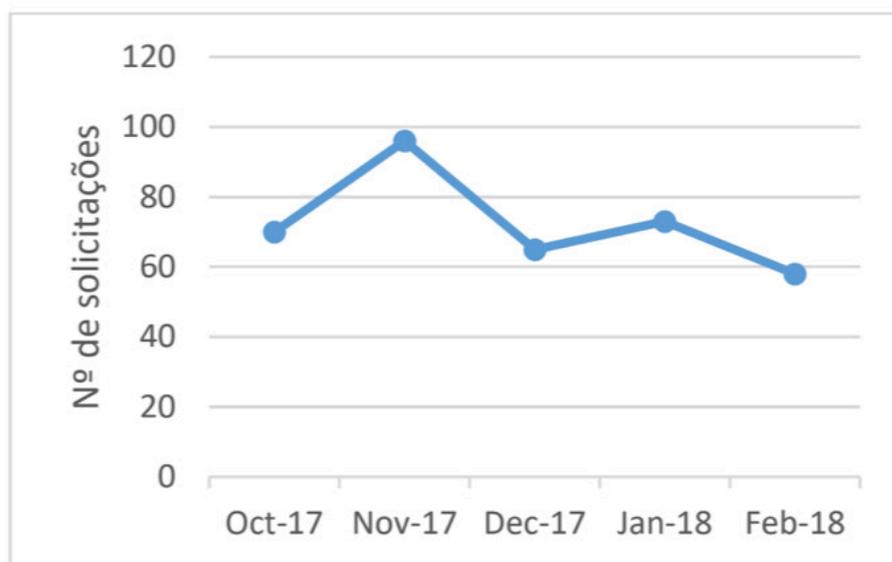


Figura 3: Comparativo de solicitações mensais.

Fonte: Dados coletados na Empresa A, 2018.

Em fevereiro, a construtora passou a contratar mais empreiteiros para dividir o serviço do pós-obra, o que justifica, novamente, a queda da atividade da Empresa A. Em dezembro e janeiro de 2018 foi realizada uma força-tarefa para resolver todas as solicitações com problemas de infiltração, já que estas ordens de serviço começaram a acumular na empresa. Nestes meses, a empresa ainda realizou as outras solicitações, mas o foco maior foi para resolver as infiltrações que afetavam quase todos os blocos dos residenciais. Em média, nos cinco meses da pesquisa, foram realizados 73 atendimentos mensais.

A Empresa A, nos dados que disponibilizou, discriminou apenas os custos de mão de obra dos serviços realizados, uma vez que, em seu contrato, os materiais utilizados eram de responsabilidade da construtora. Logo, os valores apresentados no Figura 4, relatam apenas gastos com mão de obra que a construtora teve mensalmente com o setor pós-obra.

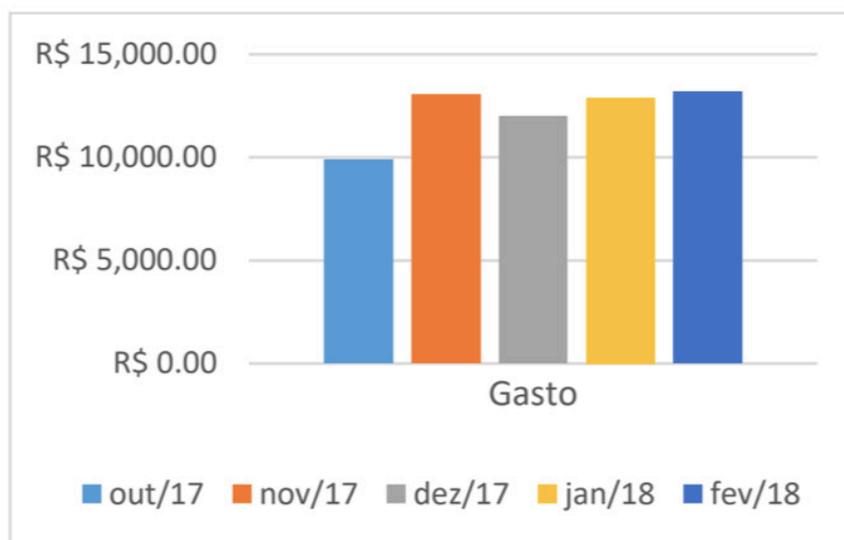


Figura 4: Comparativo de gastos mensais.

Fonte: Dados coletados na Empresa A, 2018.

No período de outubro de 2017 a fevereiro de 2018 foram gastos, em média, R\$ 10.168,80 com o custeio da mão de obra das manutenções realizadas. De acordo com o Portal Universa (2018), o gasto com material é 60% do gasto total dos reparos, enquanto o gasto com mão de obra corresponde a 40%, conforme a seguinte relação:

$$\frac{\text{mão de obra}}{40\%} = \frac{\text{materiais}}{60\%}$$

Portanto:

$$\frac{R\$ 10.168,80}{40\%} = \frac{\text{materiais}}{60\%}$$

Tal relação possibilitou a estimativa média do custo com materiais por mês, que foi de R\$ 15.253,2. Portanto, o gasto médio mensal da construtora com o departamento pós-obra foi de R\$ 25.422,00, e nos cinco meses da pesquisa chegou ao valor médio de R\$ 127.110,00.

Se as condições da empresa não mudarem no que tange à conscientização a respeito de manutenções preventivas, e se for considerado que o preço de insumos e serviços fiquem congelados, em cinco anos, prazo em que a construtora é responsável pela manutenção, ela gastará em média R\$ 1.525.320,00, cerca de 5,25% do custo total da obra. Esta porcentagem é maior do que a ABNT NBR 5674 de 2003 indica como a porcentagem média que construtoras gastam com manutenções, que é de 1 a 2% do custo total da obra. A diferença parece pequena, porém o valor das manutenções, se não programado, pode levar a empresa a comprometer o lucro obtido com o empreendimento.

A Figura 5 mostra um comparativo de solicitações mensais.

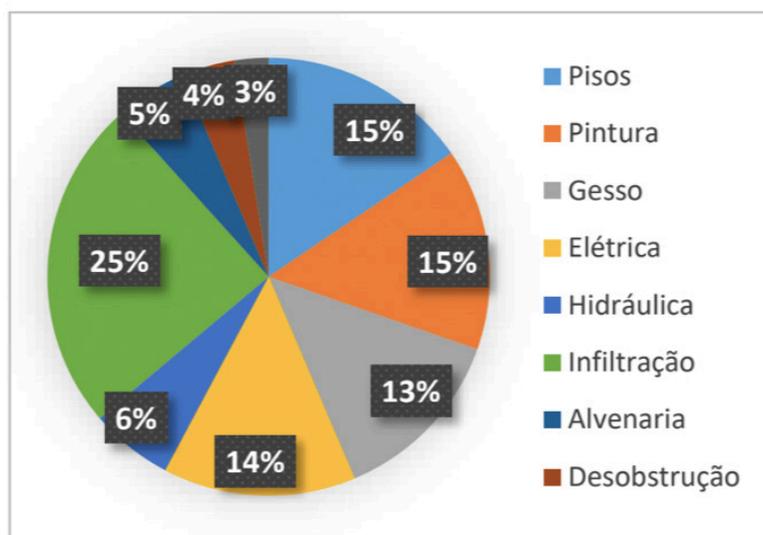


Figura 5: Comparativo de solicitações mensais.

Fonte: Dados coletados na Empresa A, 2018.

É importante analisar que a maioria dos problemas representados aparentam uma ordem sistêmica de ocorrência, por exemplo: ocorre uma infiltração no banheiro, gera-se uma ordem de serviço, porém, em muitos casos, é necessário o recorte do gesso para arrumar esta infiltração e uma nova ordem de serviço deve ser gerada para arrumar o gesso recortado. Em seguida, a pintura deste gesso deve ser realizada e uma nova ordem de serviço é formada. Isto justifica o motivo das solicitações de pintura e gesso terem um número aproximado, mas não os problemas de infiltração.

Os problemas de infiltração da construtora ocorrem por diversas causas: falta de impermeabilização, rejunte mal aplicado, janelas mal assentadas e sem pingadeira, rufos e calhas mal posicionados e etc, gerando, então, um número muito maior de solicitações, o que não pode ser diretamente relacionado a quantidade de solicitações de gesso e pintura.

#### 4.3 Origem das Solicitações de Maior Ocorrência

As solicitações de maior ocorrência são: infiltração, problemas com pisos e pintura. Os problemas de infiltração e pintura já foram explanados anteriormente, porém, serão aprofundados neste tópico.

Infiltração é a ação da água que penetra nos interstícios de um sólido, como por exemplo paredes, lajes e pisos. Ao analisar os problemas de infiltração do condomínio estudado, foi constatado que a tentativa de barateamento da obra foi um dos maiores inimigos da construtora. Em visitas aos apartamentos, foi averiguado que as esquadrias utilizadas eram de qualidade inferior e nenhuma delas tinha pingadeira, o que gerava o acúmulo de água nos trilhos das janelas e, posteriormente, infiltração para dentro do apartamento.

Outro problema recorrente observado nos apartamentos foi a infiltração de

água do piso de um apartamento para o teto do apartamento abaixo. Isto ocorria, principalmente, por conta da falta de impermeabilização no apartamento todo, pois, a fim de economizar mais uma vez, a construtora impermeabilizou apenas a parte de banho do banheiro, cerca de 1 m<sup>2</sup> por apartamento. Além disso, em muitos apartamentos haviam falhas na aplicação do rejunte, o que facilitou ainda mais a infiltração.

Os problemas com os pisos podem ser justificados com a aplicação incorreta do rejunte. Visto que os pisos se dilatam no calor e contraem no frio, o rejunte deve ser muito bem colocado e o tamanho das juntas devem ser respeitados para que os pisos não quebrem ou soltem, como é o caso dos apartamentos atendidos pela Empresa A. Ademais, ao acompanhar algumas solicitações de piso, notou-se que as peças cerâmicas eram mal assentadas, com a argamassa apenas nos quatro cantos do piso e não em toda a sua face, o que também causa sua desafixação do contrapiso.

Os problemas com pintura, como já explicado anteriormente, partem de uma ocorrência em cadeia, uma vez que, depois de trocar uma placa de gesso por problema com infiltração, por exemplo, é realizada uma nova pintura. Ou, após arrumar o problema da pingadeira de uma janela, uma pintura interna deve ser realizada para reparar os estragos da infiltração, e uma externa, para restaurar a fachada do prédio depois do serviço.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível afirmar que a falta de informações dos moradores a respeito de manutenções preventivas é um ponto crucial para diminuir a quantidade de ordens de serviço geradas no serviço pós-obra. É necessário, também, que a construtora elabore uma estratégia de manutenções preventivas como, por exemplo, uma visita a todos os apartamentos para levantamento de problemas antes que eles se tornem uma manutenção corretiva. Foi constatado, também, que a mão de obra não qualificada é um grande problema após a entrega das edificações. É interessante que o construtor dê treinamento aos seus funcionários antes de começar a edificação.

A construtora deve gerar conhecimento através dos dados do pós-obra. Para tanto, é necessário que os dados da assistência técnica sejam coletados de forma mais precisa e detalhada. Uma ordem de serviço mais fácil de preencher, apenas com campos para assinalar, facilitaria a dinâmica do funcionário com o cliente e maiores dados sobre o serviço seriam coletados. Codificar esses dados em planilhas e posteriormente gerar gráficos, como foi feito neste artigo, é importante para visualizar os casos que devem ser atacados de imediato e fazer planos de manutenção no empreendimento.

A transferência do conhecimento gerado é o passo seguinte. Ela deve ser feita em reuniões mensais com toda a empresa e ser estimulada através de gratificações. É importante que antes de iniciar qualquer projeto, os dados gerados pelo pós-obra

devem ser reanalisados para que erros de projetos anteriores não sejam repetidos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14037: Manual de operação, uso e manutenção das edificações - Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação.** Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674: Manutenção de edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** Rio de Janeiro, 2003.

Cintra, M. A.; Duarte, A. C. **Gestão do conhecimento voltada à construção civil: caracterização das pesquisas realizadas.** 2008.

Cupertino, D., & Brandstetter, M. C. **Proposição de ferramenta de gestão pós obra a partir dos registros de solicitação de assistência técnica.** 2015.

Fantinatti, P. A. **Ações de gestão do conhecimento na construção civil: evidências a partir da assistência técnica de uma construtora.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, 2008.

Florim, L. C. **Contribuição para a construção sustentável: características para um projeto habitacional eco eficiente.** Revista Produção - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

Guimarães, A. D. *at al.* **Práticas e ferramentas utilizadas para a gestão do conhecimento em departamentos de P&D de empresas brasileiras de grande porte.** *Revista Gestão Industrial*, 87-104. 2009.

Hartz, D. B.; Oliveira, A. K. **Indicadores do sistema de gestão da qualidade como ferramenta de melhoria contínua.** 2011.

Helene, P. R. L. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto.** Editora Pini. São Paulo, 1997.

IBAPE/SP - Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo. **Inspeção Predial: check-up predial: guia da boa manutenção.** Liv. e Ed. Universitária de Direito. São Paulo, 2005.

Moura, C. M. **Gestão do Conhecimento.** Monografia - Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2001.

Mourthé, M. M. **Gestão da manutenção pós-entrega de edifícios residenciais.** Monografia - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

Portal *O PBQP-H. Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat.* Disponível em: <[http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp\\_apresentacao.php](http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php)>. Acesso em 10/04/2018, às 19:30.

Portal Universa. **Qual percentual médio do orçamento corresponde a cada etapa da obra.** Disponível em: <<https://universa.uol.com.br/listas/qual-percentual-medio-do-orcamento-corresponde-a-cada-etapa-da-obra.htm>> acesso em 28/08/2018, às 17:20h.

República Federativa do Brasil. **Lei nº 10.406: Código civil brasileiro e legislação correlata.** Brasília, 2008.

Oliveira, D. F. **Levantamento de causas de patologias na construção civil**. Projeto de Graduação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Ramsey, D. **Manual da casa: um guia prático para ter, manter e reformar seu lar sem dor de cabeça**. Editora Gente. São Paulo, 2012.

Rocha, H. F. **Importância da manutenção predial preventiva**. 2007.

Ruhoff, M. R. **Aplicação da ferramenta PDCA no sistema de filtragem de lodo de um usina sucroalcooleira na região da Grande Dourados**. Monografia - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

Russo, M. M. **Ferramentas para gestão do conhecimento**. Projeto de Iniciação Científica - Fundação Getúlio Vargas, 2000.

Santiago, J. R. S. Jr. **Gestão do conhecimento: a chave para o sucesso empresarial**. São Paulo, 2004.

Silva, C. A. *et al.* **Gestão da qualidade total**. Monografia - Centro Universitário Católico Salesiano *Auxilium*, Lins, 2008.

Souza, V. C.; Ripper, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. Editora Pini. São Paulo, 1998.

Yazigi, W. **A Técnica de Edificar**. Editora Pini. São Paulo, 2013.

Yin, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Artmed Editora. São Paulo, 2003.

## MODELO DE ANÁLISE DE PREDIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DAS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS UTILIZANDO CADEIAS DE MARKOV

**Auristela Maria da Silva**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife – PE

**André Marques Cavalcanti**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife - PE

**Gabriel Herminio de Andrade Lima**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife - PE

**RESUMO:** As micro e pequenas empresas (MPE) são constantemente desafiadas em sua capacidade de reagir às ameaças do mercado e gerar oportunidades. A inovação surge como uma forma de tornar essas empresas mais robustas e competitivas. Nesta pesquisa, apresentar-se-á um modelo probabilístico que contribui para o estudo da dinâmica do comportamento das MPE com relação ao seu perfil inovador e organizacional em “ $n$ ” passos e em longo prazo. O modelo utilizado corresponde a uma Cadeia de *Markov* em tempo discreto, que ao definir os níveis de maturidade (estados) das empresas e a obtenção das probabilidades de transição em um passo, permite descrever e prever os estados futuros dessas organizações. Os diferentes estados utilizados são baseados no Grau de Desenvolvimento Organizacional (GO) e no Grau de Inovação (GI), obtidos a

partir do Projeto Agentes Locais de Inovação do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Para validar o modelo, utilizar-se-á uma amostra dirigida distribuída em três grupos de 20 empresas dos setores da indústria de alimentos, móveis e confecções do estado de Pernambuco. Os resultados obtidos indicam que, dado o estado inicial dessas empresas, que em sua maioria encontra-se em um patamar de gestão e inovação considerado insipiente, assim permanecerão ao atingir o estado estacionário do modelo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Micro e pequenas empresas, Inovação, Gestão, Cadeias de Markov.

**ABSTRACT:** Micro and small enterprises (MSE) are constantly challenged on your ability to react to market threats and opportunities. Innovation arises as a way to make these businesses more robust and competitive. In this research, present a probabilistic model that contributes to the study of the dynamic behavior of the MSE with respect to your innovative and organizational profile in “ $n$ ” steps and in the long run. The model used is a Markov chain in discrete time, that when setting the levels of maturity (States) and the probabilities of transition into a step, allows you to describe and predict the future States of these organizations. The different States used are based on the organizational

development degree (OD) and the innovation degree (ID), obtained from the Local Agents of Innovation Project of the Brazilian service of Support for MSE. To validate the model, use a directed sample distributed in three groups of 20 companies in the sectors of food industry, furniture and clothing, in the State of Pernambuco. The results obtained indicate that, given the initial state of these companies, that in your most lies on a level of management and innovation considered stumbling, so will remain to reach steady-state model.

**KEYWORDS:** Micro and small enterprises , Innovation , Management , Markov chains.

## 1 | INTRODUÇÃO

As Micro e Pequenas Empresas (MPEs) apresentam grande destaque na economia e, no caso do Brasil, ofertam mais de 50% das vagas de emprego e representam para a economia cerca de 98,2% dos estabelecimentos privados existentes (SEBRAE, 2014a; 2014b; 2015a). Em função dessa importância, o poder público desenvolve programas de fomento a inovação e melhoria da gestão direcionados para essas empresas, objetivando fortalecer as mesmas através do aumento da competitividade, da produtividade e da inovação.

Programas como Agentes Locais de Inovação (ALI) do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2015), o Brasil mais Produtivo do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e o Programa de Qualificação para Exportação da Agência Brasileira de Promoção de Exportação e Investimentos (APEX Brasil, 2018) atuam para promover a inovação através da análise de diagnósticos junto às empresas. Os resultados desses diagnósticos permitem conhecer o nível de maturidade das empresas e propor ações de melhoria. Muitas dessas ações têm foco na inovação, seja no produto, processo, gestão, canais de comercialização.

Motivados pelas discussões relativas aos programas de fomento que viabilizam o desenvolvimento das empresas através de ações de inovação, buscou-se propor um modelo de predição dos estados futuros de gestão e inovação das micro e pequenas empresas. Através desse modelo, poder-se-á analisar qual o grau de maturidade organizacional e de inovação das empresas após “*n*” transições de estados, definindo o seu perfil e permitindo aos gestores planejar ações específicas para o desenvolvimento das mesmas.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Os desafios das MPE: Gestão e Inovação

As pequenas e médias empresas estão mais vulneráveis às mudanças provocadas pelas crises econômicas e políticas, além de sofrerem com concorrência de novos entrantes, tais como os produtos de origem Chinesa e Indiana (BESSANT;

TIDD, 2007).

Há várias pesquisas sobre o desempenho das MPE e os fatores que levam estas empresas a não terem sucesso. Wheelen and Hunger (1999) encontraram que 24% de todos os novos negócios nos Estados Unidos falham dentro de dois anos, e 63% encerram as suas atividades em seis anos. Esses autores atribuem a esta alta taxa de falha ao planejamento informal e a falta de indicadores de desempenho. Lu and Beamish (2001) observam taxas de falhas similares na Austrália, Reino Unido, Japão, Taiwan e Hong Kong.

Segundo dados do Sebrae (2007), em 2005 a taxa média de mortalidade no Brasil foi de 22%, tendo como principais falhas causas gerenciais, destacando-se: ponto/local inadequado, falta de conhecimentos gerenciais e desconhecimento do mercado, seguida de causas econômicas.

Edmister (1972) desenvolveu ferramentas que pudessem prever a insolvência das MPE. Com técnicas sofisticadas de finanças e estatísticas conseguia prever, com cinco anos de antecedência e uma pequena margem de erro, a mortalidade das MPE. De acordo com o pesquisador, o fator principal para a causa de mortalidade era a má gestão financeira.

Cochran (1981) identificou que a falta de competência gerencial e a falta de experiência no ramo de negócio são os principais fatores contribuintes para mortalidade prematura dessas empresas. Outros fatores identificados na literatura que influenciavam a morte precoce das MPE são: estagnação, baixo compromisso do fundador, falta de foco, falta de criatividade, avaliação demasiadamente otimista do tamanho do mercado, falta da elaboração formal do planejamento, perfil inflexível do empreendedor, falta de organização (ADIZES, 1990; BARROW, 1993; AUDRETSCH, 1995; BATES, 1995; CASTROGIOVANNI, 1996; CLEVERLY, 2002).

Neste contexto, é razoável assumir que as MPE precisam formalizar a sua estrutura e os seus sistemas de forma a se tornar mais competitivas no mercado (BESSANT; TIDD, 2007).

Seguindo a mesma abordagem dos pesquisadores anteriores, Terziovski (2010) conclui que estratégia de inovação e estrutura formal possuem correlação positiva para as MPE do setor industrial.

O termo inovação tem várias abordagens, dependendo da aplicação e perspectiva de interesse. No entanto, a maioria das definições apresenta um viés da tecnologia com foco em pesquisa e desenvolvimento (P&D), enfatizando um novo produto ou processo. Atualmente, esta é considerada uma abordagem limitada de inovação.

Entretanto, Bachmann e Destefani (2008) argumentam que os indicadores tradicionalmente utilizados para medir inovação nas organizações, tais como investimento em P&D e número de patentes, não são adequados para serem utilizados nas MPE. Segundo os autores, os principais motivos para a falta de conformidade desses indicadores na realidade das MPE são: os gastos em P&D, como regra, não são apropriados adequadamente; muitas inovações não são fruto direto de P&D,

mas trazidas por fornecedores, copiadas de concorrentes ou resultantes de insights eventuais dos empreendedores ou seus colaboradores; e por fim, dado ao custo e ao baixo reconhecimento de sua importância, raramente, as inovações são objeto de patenteamento.

Outra abordagem sobre inovação é através do modelo proposto por Schumpeter (1984), abordando dimensões para a inovação. Segundo este autor, a inovação pode surgir sob a dimensão de um novo produto, novo processo, pela procura de novos mercados, desenvolvimento de novas fontes de matérias-primas ou novas estruturas de mercado. Este modelo aborda a inovação através de dimensões que são formas ou modos de inovar.

Esta pesquisa assume, tal como Reichert, Camboim, Zawislak (2015), que a inovação é uma novidade, cuja aplicação proporciona resultados organizacionais positivos, que elevam as organizações a posições superiores em relação aos seus pares, levando as empresas a obter vantagem competitiva.

### 3 | METODOLOGIA

Esta pesquisa é exploratória e quantitativa, e compõem-se de uma amostra formada por 60 empresas Programa ALI (SEBRAE, 2015) dos setores da indústria de alimentos, móveis e confecções do estado de Pernambuco.

Propõe-se a desenvolver um modelo de predição de estados futuros das micro e pequenas empresas, baseando-se nos dados de inovação e gestão da amostra, uma vez que esses atendiam ao nosso propósito de investigação.

Os agentes de inovação do projeto ALI utilizam-se de dois tipos de formulários para avaliar a maturidade da empresa: um para diagnóstico de inovação, composto por 40 construtos agrupados em 13 dimensões, das quais 12 coincidem com as dimensões da inovação propostas por Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006) e mais a dimensão ambiência inovadora proposta por Bachmann (2008); e um para o diagnóstico empresarial, o qual é baseado no Modelo de Sistema de Gestão (MEG) da Fundação Nacional da Qualidade (2016).

De acordo com o MEG, a organização pode ser considerada como um sistema orgânico, adaptável ao ambiente externo. Os vários elementos do modelo encontram-se imersos num ambiente de informação e conhecimento, e relacionam-se de forma harmônica e integrada, voltados para a geração de resultados.

Na metodologia no projeto ALI, o perfil inovador das empresas é caracterizado pela seguinte escala: Grau de Inovação 1 – empresa nada ou pouco inovadora; Grau de Inovação 3 – empresa inovadora ocasional; Grau de Inovação 5 – empresa inovadora sistêmica. Esta escala também atende a recomendação do Manual de Oslo, que estabelece que os pontos de vista das empresas sejam registrados, ou em bases binárias (importante/não importante), ou com uma estreita faixa de respostas possíveis,

como por exemplo, muito importante até irrelevante.

Dado o objetivo principal da pesquisa, que é a predição de estados futuros de inovação e de organização das empresas, partindo-se de um estado atual, utilizou-se a teoria da Cadeia de *Markov*. Este é um tipo especial de processo estocástico, possuindo uma propriedade markoviana na qual a predição de eventos futuros depende apenas do estado atual do processo. Esta propriedade é definida pela equação a seguir:

$$P(X_n = x_n | X_0 = x_0, X_1 = x_1, \dots, X_{n-1} = x_{n-1}) = P(X_n = x_n | X_{n-1} = x_{n-1}) \quad (1)$$

As transições de estados baseadas em probabilidades são utilizadas para analisar fenômenos em diversas áreas do conhecimento. No caso em que a probabilidade de transição depende apenas do estado em que o fenômeno se encontra e do estado seguinte, o processo é chamado processo de *Markov* e uma sequência de estados seguindo este processo é denominado Cadeias de *Markov*.

Os modelos para processos que se desenvolvem ao longo do tempo, de uma forma probabilística, são os chamados processos estocásticos. Um processo estocástico é definido como uma coleção de variáveis randômicas ( $X(t)$ ), indexadas por um parâmetro  $t$  pertencente a um conjunto  $T$ . Desta forma  $X(t)$  representa uma variável mensurável variando no tempo. Os valores que  $X(t)$  pode assumir chamam-se de estados e o seu conjunto  $X$  classifica-se como espaço de estados (CLARKE; DISNEY, 1979).

Os estados da Cadeia de *Markov* foram definidos observando o conjunto de dados e o que se pretende analisar, no caso desta pesquisa analisou-se os estados do Grau de Inovação (GI) e do Grau de Organização (GO). Desta forma, dividiu-se os dados em 05 (cinco) níveis de GI e GO, considerando o nível 1 (um) o mais elementar e o nível 5 (cinco) o mais elevado.

A quantificação das transições para construção das matrizes de GI e GO para Cadeia de *Markov* realizou-se através da ocorrência das frequências relativas, estratégia que é mais adequada ao perfil dos dados utilizados. Assim, a probabilidade de transição  $p_{ij}$  resulta do cálculo do quociente entre o valor total das transições do estado  $i$  para o estado  $j$  e do total dessas transições que simplesmente começam em  $i$ , considerando todas essas transições que ocorrem em qualquer ciclo do conjunto de sequências.

Com o cálculo dos dados anteriores, montou-se a matriz de transição de um passo da Cadeia de *Markov*. Dada essa matriz, calcularam-se os dados dos estados futuros das empresas de inovação e gestão para “ $n$ ” passos e em longo prazo, de acordo com a propriedade da Cadeia de *Markov* Ergódica, utilizando-se o *software Excel*.

Para que a Cadeia de Markov seja Ergódica, tem-se que a probabilidade no tempo

$n$ ,  $p_n(x)$ , convirja para esta distribuição invariante quando  $n \rightarrow \infty$ , independentemente da escolha das probabilidades iniciais  $p_0(x)$ . Claramente, uma cadeia de *Markov* Ergódica pode ter apenas uma distribuição invariante, a qual é também referida como distribuição de equilíbrio (IOSIFESCU, 1980).

#### 4 | ANÁLISE DOS DADOS

Na análise dos dados das empresas pesquisadas buscou-se realizar a descrição e predição de estados futuros do Grau de Inovação e Grau Organizacional dos três grupos de 20 empresas dos setores da indústria de alimentos, móveis e confecções do estado de Pernambuco.

Utilizou-se os dados obtidos em três momentos temporais distintos do Projeto ALI (SEBRAE, 2015), denominados *Ciclo 0*, *Ciclo 1* e *Ciclo 2*. Em cada ciclo são realizados dois diagnósticos, gerando valores de GI e GO. Com o resultado dos diagnósticos são sugeridas melhorias nas dimensões que a empresa precisa avançar para se tornar mais competitiva.

Nas Figuras 1 e 2, observa-se um aumento do Grau de Inovação e de Organização das empresas quando se comparam os *Ciclos 0* (início do projeto) e *2* (final do projeto). Assim, as empresas que implantaram as melhorias apontadas nos diagnósticos para superar os seus pontos fracos, conseguem avançar no resultado do grau de inovação e do grau organizacional.

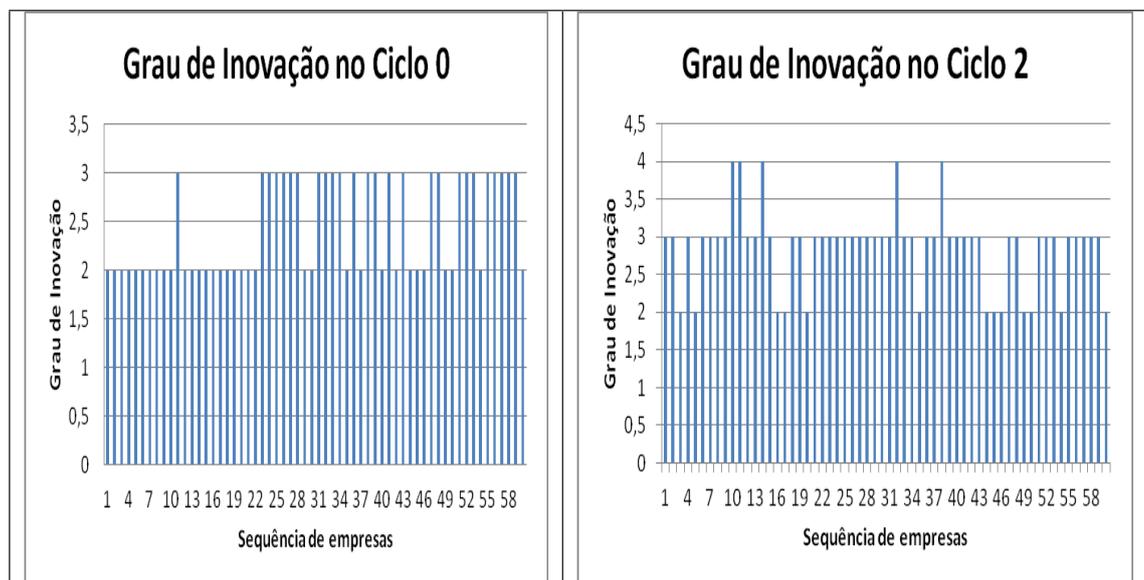


Figura 1 – Grau de Inovação das empresas nos Ciclos 0 e 2.

Fonte: Autores.

Conforme a escala utilizada no Projeto ALI (SEBRAE, 2015) para classificação das empresas quanto ao Grau de Inovação, verifica-se que as organizações analisadas apresenta-se, em sua maioria, entre os níveis 2 e 3 de GI (empresas pouco inovadoras

ou inovadoras ocasionais), conforme mostrado na Figura 1. Com relação ao Grau de Organização, as empresas foram classificadas entre os níveis 1 e 2 de GO (empresas com níveis básicos de gestão), conforme mostrado na Figura 2.

Com relação à predição de estados futuros para GI, desconsiderou-se o nível 5 do grau de inovação, pois nenhuma empresa da amostra atingiu este nível. Assim, calculou-se a matriz de transição ou matriz estocástica de um passo (2), cujo diagrama de transição está representado na Figura 3.

$$M_{GI} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & p_{24} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & p_{34} \\ p_{41} & p_{42} & p_{43} & p_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,35 & 0,65 & 0 & 0 \\ 0,01 & 0,83 & 0,16 & 0 \\ 0 & 0,26 & 0,69 & 0,05 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

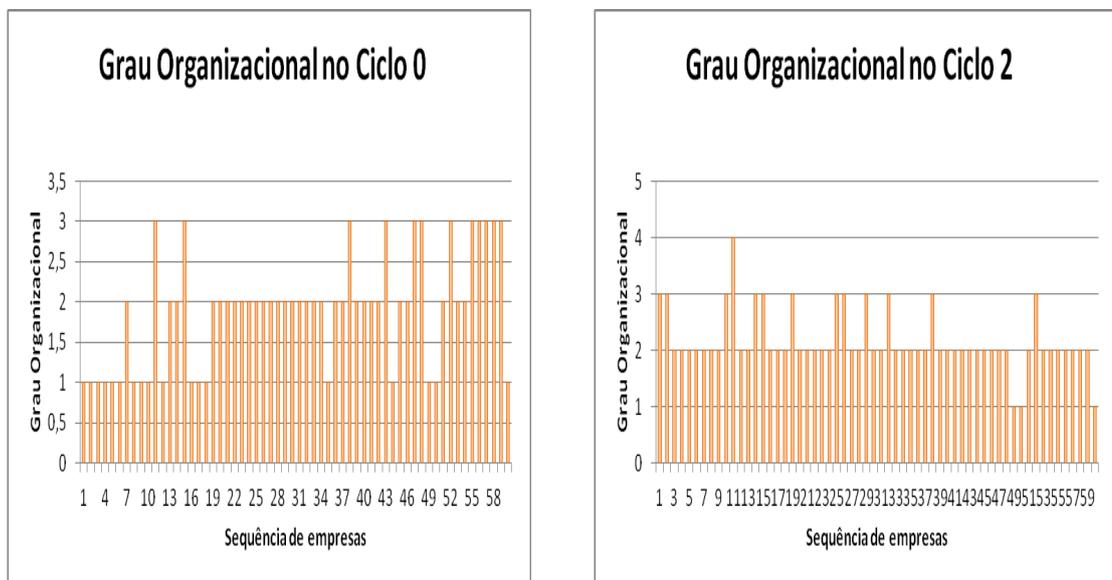


Figura 2 – Grau Organizacional das empresas nos Ciclos 0 e 2.

Fonte: Autores

Com os dados desta matriz, verificou-se que uma empresa que esteja no estado  $GI_1$  tem a probabilidade de 35% de permanecer neste estado; 65% de passar para o estado  $GI_2$ . Constatou-se, ainda, que uma empresa que esteja no estado  $GI_2$  tem 1% de probabilidade de cair para o estado  $GI_1$ ; 83% de permanecer no estado atual e 16% de migrar para o estado  $GI_3$ . Observou-se que as empresas nos estados de  $GI_3$  têm as seguintes probabilidades: 26% de retroceder para  $GI_2$ ; 69% de se manter em  $GI_3$ ; 5% de avançar para  $GI_4$ .

Os dados calculados na matriz  $M_{GI}$  refletem probabilidade de transição, caso não haja nenhuma ação do gestor e/ou evento externo que modifique o estado da empresa. As probabilidades das matrizes podem ser usadas no planejamento estratégico ou por gestores públicos, visando realizar ações que possibilitem à empresa adquirir vantagem competitiva. Sendo assim, se uma empresa está no estado  $GI_3$  e quer avançar para  $GI_4$ , a mesma precisa implementar ações para atingir este objetivo.

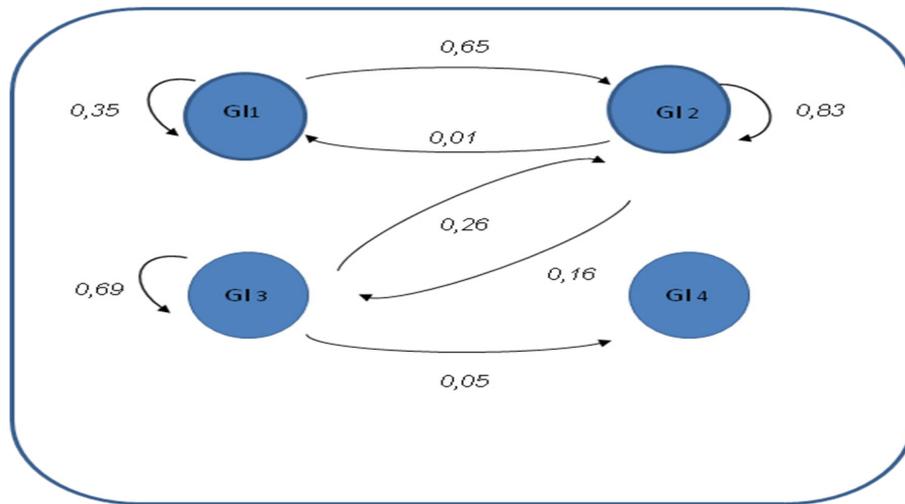


Figura 3 - Diagrama de transição da matriz de um passo de GI.

Fonte: Autores

Note-se que, inicialmente, são quatro as possibilidades para o estado inicial das empresas: GI = 1, GI = 2, GI = 3 e GI = 4, dado que se desconsiderou o nível 5. Pode-se descrever este cenário, respectivamente, por meio de quatro matrizes linha, conforme vetores a seguir:

$$\begin{matrix}
 & \text{GI1} & \text{GI2} & \text{GI3} & \text{GI4} \\
 \text{GI1} & v(0) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} & & & \\
 \text{GI2} & & v(0) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} & & \\
 \text{GI3} & & & v(0) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} & \\
 \text{GI4} & & & & v(0) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}
 \end{matrix} \quad (3)$$

Para calcular as probabilidades de uma empresa estar, por exemplo, em GI<sub>3</sub> em 3 passos no futuro (n = 3), dado que hoje a mesma está em GI<sub>2</sub>, multiplicando-se o vetor linha de GI<sub>2</sub> pela matriz de transição de GI (ROSS, 2010, p. 359-363), temos o vetor de probabilidade em 3 passos:

$$\begin{aligned}
 v(3) &= \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,35 & 0,65 & 0 & 0 \\ 0,01 & 0,83 & 0,16 & 0 \\ 0 & 0,26 & 0,69 & 0,05 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}^3 \\
 v(3) &= \begin{bmatrix} 0,01 & 0,69 & 0,28 & 0,01 \end{bmatrix}
 \end{aligned} \quad (4)$$

Portanto, daqui a 3 passos, haverá aproximadamente, 1% de probabilidade de a empresa regredir para GI<sub>1</sub>; 69% de permanecer em GI<sub>2</sub>, 26% e 1% de avançar para GI<sub>3</sub> e GI<sub>4</sub>, respectivamente. Assim, a empresa tem maior probabilidade de permanecer no estado atual. Estes resultados confirmam que a maioria das empresas da amostra tem de GI entre 2 e 3, confirmando o perfil pouco inovador e inovador ocasional.

Com relação aos dados do Grau de Organização, calculou-se a matriz de transição M<sub>GO</sub> de um passo (5), desconsiderou-se o estado de gestão 5, uma vez que nenhuma empresa da amostra atingiu este nível, sendo o diagrama de transição da respectiva matriz representado na Figura 4.

$$M_{GO} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & p_{24} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & p_{34} \\ p_{41} & p_{42} & p_{43} & p_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,77 & 0,22 & 0,01 & 0 \\ 0,02 & 0,85 & 0,13 & 0 \\ 0 & 0,50 & 0,50 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

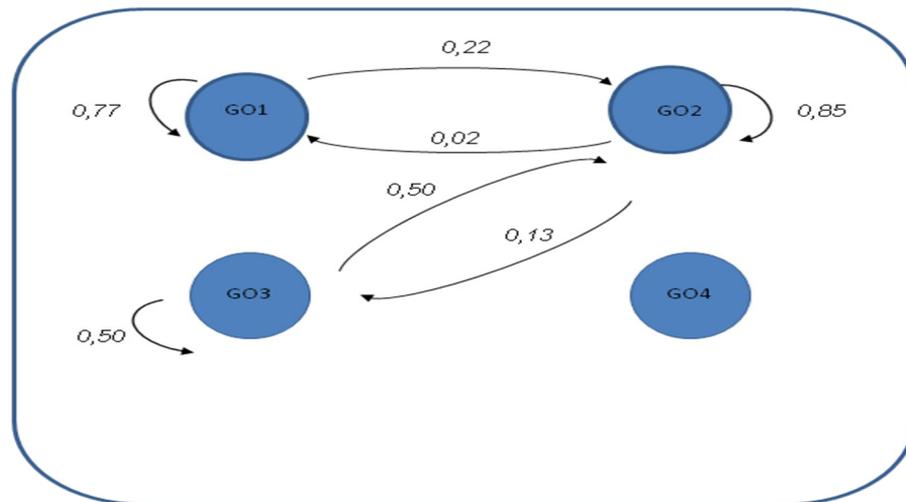


Figura 4. Diagrama de transição da matriz de um passo de GO.

Fonte: Autores

Verifica-se que há 77% de probabilidade da empresa que esteja em  $GO_1$  permanecer neste estado; 22% de migrar para  $GO_2$ ; 1% de passar para  $GO_3$  e 0% de atingir  $GO_4$ . Para as empresas que estão atualmente no estado  $GO_2$ , há 2% de probabilidade de cair para o  $GO_1$ ; 85% de permanecer em  $GO_2$ ; 13% de migrar para o estado  $GO_3$ . No que se refere a  $GO_3$ , as empresas apresentam 50% de probabilidade de cair para  $GO_2$  e 50% de permanecer em  $GO_3$ . Os resultados da matriz  $M_{GO}$  refletem probabilidades de estados de gestão da empresa, caso nenhuma ação seja tomada pelo gestor para melhorar a maturidade da mesma ao longo do tempo.

Da mesma forma que se analisou em GI, calculou-se as probabilidades de uma empresa estar em  $GO_3$  em 4 passos futuros (6), dado que hoje a mesma está no estado  $GO_2$ , conforme cálculos a seguir (ROSS, 2010, p. 359-363):

$$v(4) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,77 & 0,22 & 0,01 & 0 \\ 0,02 & 0,85 & 0,13 & 0 \\ 0 & 0,50 & 0,50 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}^4 \quad (6)$$

$$V(4) = \begin{bmatrix} 0,04 & 0,76 & 0,20 & 0 \end{bmatrix}$$

Verificou-se que se uma empresa está no estado  $GO_2$ , daqui a 4 passos futuros haverá, aproximadamente, 4% de probabilidade da empresa se posicionar em  $GO_1$ ; 76% em  $GO_2$ ; 20% em  $GO_3$  e 0% da empresa migrar para  $GO_4$ . Assim, a empresa possui maior probabilidade de permanecer do estado atual ( $GO_2$ ). Constata-se que as

empresas da amostra possuem gestão nos patamares menores da escala, mostrando que as empresas precisam investir em gestão.

Essas probabilidades de GI e GO de  $n$  passos podem ser usadas pelos gestores como um cenário futuro, dada as condições das empresas retratadas nos três ciclos do Projeto ALI. Com esses dados os gestores podem se planejar para alcançar estados mais avançados de inovação e gestão, ganhando vantagem competitiva.

Para a predição de estados futuros das empresas em longo prazo, obtendo-se a matriz estacionária, utilizou-se a matriz de transições de um passo de GI, calculada em (2). Para realizar a predição em longo prazo, a matriz de transição deve satisfazer as propriedades de uma matriz de *Markov* Ergódica, que é uma matriz na qual é possível ir de um estado para qualquer outro da cadeia, não necessariamente em um único passo. Observa-se que a linha  $GI_4$  da matriz de um passo (2) possui todas as entradas nulas, assim é preciso verificar se esta é uma matriz de *Markov* regular para depois prever os estados em longo prazo. Observa-se, ainda, que apenas duas empresas que estavam no estado 3, atingiram o nível 4 ( $p_{34} = 0,05$ ). Como essas empresas representam 3% do total da amostra, vamos desprezá-las nesta análise.

Desta forma, elimina-se a última linha e coluna da matriz  $M_{GI}$  (2), correspondente ao nível 4, e ajustando os valores da linha 3, obtém-se a seguinte matriz de transição de um passo reduzida ( $NM_{GI}$ ), mostrada em (7), cujo diagrama de transição está representado na Figura 5:

$$NM_{GI} = \begin{bmatrix} 0,35 & 0,65 & 0 \\ 0,01 & 0,83 & 0,16 \\ 0 & 0,28 & 0,72 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Neste caso  $NM_{GI}$  (7) possui uma entrada nula, entretanto fazendo-se o produto  $(NM_{GI})^2$ , verificou-se o seguinte resultado:

$$NM_{GI}^2 = \begin{bmatrix} 0,129 & 0,768 & 0,103 \\ 0,012 & 0,742 & 0,245 \\ 0,003 & 0,427 & 0,562 \end{bmatrix} \quad (8)$$

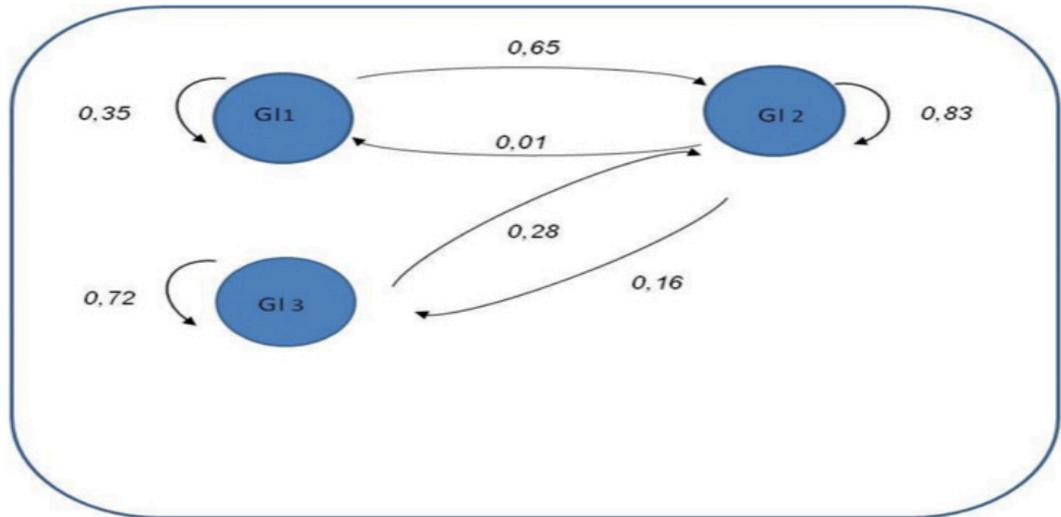


Figura 5 – Diagrama de transição da matriz de um passo reduzida de GI.

Fonte: Autores

Assim, como a matriz  $NM_{GI}^2$  possui todas as entradas não nulas,  $NM_{GI}$  representa uma Cadeia de *Markov* regular. Pode-se calcular o vetor fixo de probabilidade em longo prazo para o Grau de Inovação das empresas da amostra, utilizando a fórmula 9 (IOSIFESCU, 1980):

$$\pi \times NM_{GI} = \pi \quad (9)$$

$$\begin{bmatrix} x1 & x2 & x3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,35 & 0,65 & 0 \\ 0,01 & 0,83 & 0,16 \\ 0 & 0,28 & 0,72 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x1 & x2 & x3 \end{bmatrix} \quad (10)$$

Resolvendo este sistema, obtêm-se as seguintes probabilidades:

$$x1=0,01 \quad x2=0,63 \quad x3=0,36 \quad (11)$$

Portanto, em longo prazo, as empresas tenderão para  $GI_2$  (63%) e  $GI_3$  (36%), confirmando-se que a amostra representa empresas que são pouco inovadoras ou inovadoras ocasionais. Essas probabilidades refletem uma tendência, caso nenhuma ação do gestor ou evento externo ocorra em longo prazo, as empresas se enquadrarão em uma dessas probabilidades.

Para o Grau Organizacional, seguindo os mesmos passos dos cálculos utilizados para o Grau de Inovação, têm-se em longo prazo as seguintes probabilidades (12):

$$\begin{bmatrix} y1 & y2 & y3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,77 & 0,22 & 0,01 \\ 0,02 & 0,85 & 0,13 \\ 0 & 0,50 & 0,50 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y1 & y2 & y3 \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$y1=0,06 \quad y2=0,74 \quad y3=0,20 \quad (13)$$

Assim, em longo prazo, o Grau Organizacional das empresas da amostra tender-se-á para  $GO_1$  em 6%; para  $GO_2$  em 74%; e 20% para  $GO_3$ . Estes resultados apontam que as MPE precisam investir em gestão para se manter competitivas, frente às ameaças do mercado. Estes resultados corroboram com estudos realizados por Leone (1999) e pelo IBGE (2003) no que tange aos aspectos de caracterização das MPE brasileiras. Ambos revelam traços preponderantes na análise das micro e pequenas empresas: gestão informal, escassez de recursos e baixa qualidade gerencial.

## 5 | CONCLUSÕES

Uma das contribuições deste artigo foi a identificação de uma tendência das empresas da amostra terem um perfil de pouco inovadoras ou inovadoras ocasionais, de acordo com as probabilidades da Cadeia de *Markov*, calculadas a partir das matrizes de transição de  $n$  passos e em longo prazo para o GI e GO. Embora as MPE apresentem uma grande importância na economia do Brasil, sendo responsáveis por mais de 50% das vagas de emprego e representarem para a economia cerca de 98,2% dos estabelecimentos privados existentes, conclui-se que as empresas da amostra não são inovadoras. Esta conclusão corrobora com os dados da pesquisa do *Global Innovation Index* (DUTRA; WUNSCH-VICENT, 2017), no qual o Brasil é classificado na 69ª posição em 2017 em termos de inovação.

Com relação à gestão, o Grau de Organização das empresas tem a maior probabilidade em se manter no Grau Organizacional de  $GO_2$  (74%). Este resultado confirma duas das características das MPE, segundo pesquisas já realizadas, que são a gestão informal e a baixa qualidade gerencial (IBGE, 2003; LEONE 1999). Conclui-se que as MPE precisam investir em gestão para se manterem competitivas e avançarem nos níveis de inovação.

Uma das propostas de trabalho futuro é a aplicação do modelo proposto em uma base de dados com o número maior de empresas, agregando mais setores da economia e permitindo obter maiores informações sobre o perfil das empresas mais avançadas em gestão e inovação.

Espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para as ações dos gestores das empresas, além de promover uma reflexão para a implantação de políticas públicas direcionadas às empresas de pequeno porte no tocante à inovação.

## REFERÊNCIAS

ADIZES, I. **Corporate Lifecycles**: how and why corporations grow and die and what to do about it. Adizes Institute. Santa Monica California, 1990.

AGÊNCIA DE PROMOÇÃO A EXPORTAÇÃO E INVESTIMENTO APEX BRASIL. **Programa de Qualificação para Exportação** (2016). < <http://www.apexbrasil.com.br/qualifique-sua-empresa-peix>>. Acesso em 08 de março de 2018.

- AUDRETSCH, D. B. **Innovation and Industry Evolution**. Massachusetts, MIT-Press, USA, 1995.
- BACHMANN, D. **Agentes locais de inovação**. Uma medida do progresso nas MPEs do Paraná. Paraná: Sebrae, 2008.
- BACHMANN, D. L. e DESTEFANI, J. H. **Metodologia para estimar o grau das inovações nas MPE**. Curitiba, 2008.
- BARROW, C. **The essence of small business**. Hertfordshire, UK, Prentice Hall, 1993.
- BATES, T. *Analysis of Survival Rates Among Franchise and Independent Small Business Startups*. **Journal of Small Business Management**, V. 33, Issue 2, p. 26, 11 p. Apr. 1995.
- BESSANT, J.; TIDD, J. **Innovation and Entrepreneurship**. Wiley: Chichester, UK. 2007.
- CASTROGIOVANNI, G J. **Pre-Startup Planning and the Survival of New Small Business: Theoretical Linkages**. Journal of Management, Vol. 22, N° 6, p. 801-822. 1996.
- CLARKE, A. B.; DISNEY, R. L. **Probabilidade e processos estocásticos**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979.
- CLEVERLY, W. O. **Who is responsible for business failures?** Healthcare Financial Management Review, Westchester, Illinois, USA. pp. 45-51. Oct. 2002.
- COCHRAN, A. B. **Small Business Mortality Rates: A Review of the Literature**. Journal of Small Business Management, V.19, p 50 (10). Oct. 1981.
- DUTTA, Soumitra; LANVIN, Bruno; WUNSCH-VINCENT, Sacha. **The global innovation index 2017**. Innovation Feeding the World, Geneva: World Intellectual Property Organization, 2017.
- EDMISTER, R O. **An Empirical Test of Financial Ratio Analysis for Small Business Failure Prediction**. Journal of Financial and Quantitative Analysis 7 (2): 1477-93, March, 1972.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE QUALIDADE. **Modelo de Excelência da Gestão (MEG)**, 2016.
- IBGE - Coordenação de Serviços e Comércio. **As micro e pequenas empresas comerciais e de serviços no Brasil**: 2001. Rio de Janeiro: IBGE, 2003
- IOSIFESCU, M. **Finite Markov Processes and Their Applications**. Wiley, New York (1980).
- LEONE, N. M. C. P. G. **As especificidades das pequenas e médias empresas**. São Paulo: Revista de Administração, v.34, n.2, p.91-94, abril/junho 1999.
- LU, J.W., BEAMISH, P.W. **The internationalization and performance of SMEs**. Strategic Management Journal, June–July Special Issue 22: 565–586. 2001.
- REICHERT, F., CAMBOIM, G., ZAWISLAK, P. **Capacidades e Trajetórias de Inovação de Empresas Brasileiras**. Ram - Revista de Administração Mackenzie, 16(5), p.161-194, 2015.
- ROSS, S. **Probabilidade - Um Curso Moderno com Aplicações**. 8ª Ed., Bookman, Porto Alegre, 2010.
- SAWHNEY, M.; WOLCOTT, R. C.; ARRONIZ, I. **The 12 different ways for companies to innovate**. MIT Sloan Management Review, v. 47, n. 3, p. 75-81, 2006.

SCHUMPETER, J.A. **The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle**. New York, Oxford University Press, 1984.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **A Evolução das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte 2009 a 2012 Brasil**. Série Estudos e Pesquisas. 2014a.

\_\_\_\_\_. **Fatores condicionantes e taxas de sobrevivência e mortalidade das micro e pequenas empresas no Brasil 2003-2005**. Brasília: Sebrae, 2007.

\_\_\_\_\_. **Micro e pequenas empresas geram 27% do PIB do Brasil**. 2015a.

\_\_\_\_\_. **Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira**. Julho, 2014b.

SEBRAE. **Projeto agente local de inovação (ALI) em Pernambuco**. 2015-2017. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pe/sebraeaz/agentes-locais-de-inovacao,ad4f1a5f5387e410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Acesso em: 08 de março de 2018.

Terziovski. **Innovation and its Performance Implication in Small and Medium Entreprises in Manufacturing Sector: A resource based view**. Strategic Management Journal, 31(8), 892-902. 2010.

WHEELLEN, T.L., HUNGER, J.D. **Strategic Management and Business Policy**. Addison-Wesley: Reading, MA. 1999.

## MODELOS DE MATURIDADE EM GESTÃO DE PROJETOS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA

**Rafael de Azevedo Palhares**  
(UFRN), Natal – RN

**Natalia Veloso Caldas de Vasconcelos**  
(UFERSA), Angicos – RN

**Mariana Simião Brasil de Oliveira**  
(UFRN), Natal – RN

**Arthur Arcelino de Brito**  
(UFRN), Natal – RN

**Paulo Ellery de Oliveira**  
(UFRN), Natal – RN

**Pedro Osvaldo Alencar Regis**  
(UFRN), Natal – RN

**Nathaly Silva de Santana**  
(UFRN), Natal – RN

**Pablo Veronese de Lima Rocha**  
(UFRN), Natal – RN

**Ricardo André Rodrigues Filho**  
(UFERSA), Mossoró – RN

**RESUMO:** As incertezas e exigências recorrentes ao mercado, bem como a evolução do grau competitivo entre as empresas, estimulam a necessidade de planejar, controlar e executar soluções que impactem positivamente no funcionamento organizacional. Mesmo diante de um cenário empresarial cada vez mais engajado em gerenciamento de projetos, o êxito destes não podem ser inteiramente assegurados, para isso, os modelos de maturidade são utilizados como ferramentas de avaliação e orientação

que visam o aperfeiçoamento dos processos, possibilitando com que as empresas galguem níveis em busca da excelência. Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo apresentar uma visão geral e análise comparativa dentre quatro dos modelos de maturidade mais utilizados atualmente, sendo eles: Capability Maturity Model (CMM), Organizational Project Management Maturity Model (OPM3), Modelo de Maturidade em Gerenciamento de Projetos (MMGP) e Project Management Maturity (PMMM). Como resultados, os gerentes de projetos deverão analisar os modelos de maturidade e suas respectivas vantagens e características reunidas neste estudo, de modo a optar pelo modelo que melhor se adéque às particularidades organizacionais em que estão inseridos visando um eficiente apoio na obtenção do sucesso em gerenciamento de projetos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Maturity models, project management, projects, comparative.

**ABSTRACT:** He uncertainties and recurring demands on the market, as well as the evolution of the competitive degree among the companies, stimulate the need to plan, control and execute solutions that positively impact the organizational functioning. Even in the face of a business scenario that is increasingly engaged in project management, the success of these

projects can not be fully assured. For this, maturity models are used as evaluation and orientation tools that aim to improve processes, to achieve excellence. In this sense, this article aims to present an overview and comparative analysis among four of the most used maturity models currently, being: Capability Maturity Model (CMM), Organizational Project Management Maturity Model (OPM3), Management Maturity Model of Projects (MMGP) and Project Management Maturity (PMMM). As results, project managers should analyze the maturity models and their respective advantages and characteristics gathered in this study, in order to opt for the model that best suits the organizational particularities in which they are inserted, aiming at an efficient support in obtaining management success of projects.

**KEYWORDS:** Maturity models, project management, projects, comparative.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a evolução das exigências e complexidades incorridas no mercado, é nitidamente observada, independentemente do setor na qual as empresas estão inseridas. As repentinas mudanças do ambiente externo e interno fazem com que as organizações busquem vantagem competitiva através de implantações de novas estratégias que visem o aperfeiçoamento do seu desempenho organizacional.

Frente a um acirrado cenário competitivo, aceitar desperdícios no tocante aos processos organizacionais bem como dispor de investimentos de capital sem a geração do retorno, são determinantes inversamente proporcionais a sobrevivência e sucesso das empresas.

Neste contexto, as empresas estão tendenciadas a procurar metodologias que agregue diferenciação ao modelo de negócio frente ao mercado, com isso, reconhecem atualmente a importância de implementar estratégias que as projetem futuramente. A relação entre investimentos e desenvolvimento de projetos se estabeleceu como fator determinante para o crescimento organizacional, porém o êxito requer maturidade.

A maturidade em gerenciamento de projetos visa à melhoria contínua das organizações. Um modelo de maturidade auxilia e suportam o desenvolvimento dos processos da organização de forma assertiva, impactando assim na excelência da gestão de projetos.

Nesse sentido, o presente trabalho propõe analisar os modelos de maturidade: Capability Maturity Model (CMM), Organizational Project Management Maturity Model (OPM3), Modelo de Maturidade em Gerenciamento de Projetos (MMGP) e Project Management Maturity (PMMM). Com o intuito de abordar uma visão geral ressaltando as principais características, vantagens e desvantagens de modo a proporcionar um comparativo que visa auxiliar na escolha modelo de maturidade adequado a ser utilizado em cada organização específica.

A inicial sessão do artigo compreende aos elementos introdutórios da pesquisa, nesta, é possível relevar os objetivos e a justificativa. Em seguida, um levantamento

teórico e conceitos referentes à Gestão de Projetos são explanados na segunda sessão, seqüencialmente, a classificação dos procedimentos metodológicos é definida na terceira sessão. Na quarta sessão, uma visão geral dos quatro modelos de maturidade estudados é expressa, embasando os principais pontos discutidos na quinta sessão, que por sua vez, apresenta uma análise comparativa dos modelos. A sexta e última sessão, discorre as considerações finais bem como as recomendações de trabalhos futuros. Por fim, as referências bibliográficas são exibidas.

## 2 | GESTÃO DE PROJETOS

O cenário competitivo industrial impulsionou o desenvolvimento das práticas de gestão de projetos, dentre a década de 40 a 80. De acordo com Kerzner (2009) esta época foi evidenciada pela forma coloquial na qual eram aplicadas as práticas de gerenciamento de projetos, com isso, a busca de uma adaptação mais ágil as mudanças, possibilitaram aos gestores a implementação de novas estruturas organizacionais e técnicas de gestão. Ainda de acordo com Kerzner (2009) a visão no tocante a gestão de projetos passou a ser entendida como uma necessidade, esta, também deixou de ser abordada como um fator isolado, passando a ser compreendida e direcionada a todo o âmbito organizacional, a partir de 1985.

Um projeto é definido pelo PMI (2013) como o empreendimento de esforços temporários, ou seja, cada projeto contém um início e fim determinados. Estes são transformados em produto, serviço ou resultado único, uma vez que é realizado de diferentemente dos demais já executados.

De acordo com o PMI (2013), o gerenciamento de projetos pode ser definido como o conjunto de técnicas, ferramentas e habilidades aplicadas nas atribuições pertinentes ao projeto, visando o atendimento do que fora requisitado pelos os interessados do mesmo. Sua aplicação é realizada através da integração dos seguintes processos de gerenciamento, são eles: Iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento. Para Prado (2008) o sucesso de projetos não é inteiramente assegurado pelo direcionamento metodológico do gerenciamento de projetos.

### 2.1 Grupos de Processos

O PMBOK® (2013) conceitua um processo como o inter-relacionamento entre atividades e ações resultantes em um projeto. Executados pela equipe de projeto e o gerente de projetos, os processos de gerenciamento de projetos são moldados conforme a peculiaridade de cada projeto específico.

Conforme já citados anteriormente, os grupos de processos definidos pelo PMBOK® (2013) são: Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle e Encerramento, onde “A aplicação dos processos de gerenciamento de projetos é iterativa e muitos deles são repetidos durante o projeto.” (PMBOK®, 2013, p. 50), o inter-relacionamento destes, corrobora com a coordenação do projeto, conforme é

exibido na figura (1).

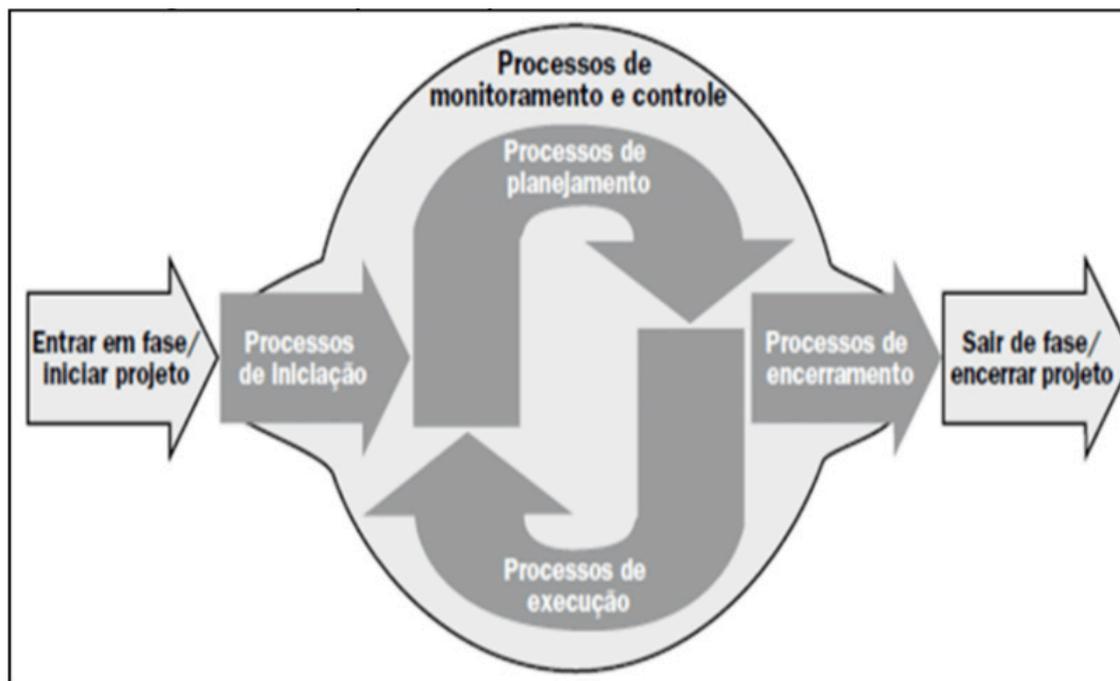


Figura 1: Grupos de processos de Gerenciamento

Fonte: PMBOK®, 2013 (p. 50)

- **Iniciação:** De acordo com o autor HELDMAN (2006) este processo é a parte inicial do projeto ou de suas fases. É confirmada nesse grupo a oficialização do projeto, logo, a obtenção da aprovação do comprometimento dos recursos organizacionais necessários para o desenvolvimento do projeto. O Termo de abertura (TAP) e o escopo são as saídas resultadas pela Iniciação.
- **Planejamento:** Para HELDMAN (2006) é o processo que elabora e certifica as especificações e requisitos do projeto, conseguintemente gerando os planos que direcionaram o atendimento dos objetivos do projeto. Ainda segundo o autor, um dos grandes desafios encontrados pelo gerente de projetos nesse processo é a definição da priorização do projeto.
- **Execução:** Segundo HELDMAN (2006) grupo de processo execução engloba a materialização dos posteriormente planos do projeto definidos. É o processo que demanda uma alta parcela dos custos e um maior horizonte de tempo do cronograma. De acordo com o PMBOK® (2009) atualizações no planejamento poderão incorrer de acordo com os resultados, acarretando impactos no cronograma planejado das atividades, custos, disponibilidade de recursos e produtividade.
- **Monitoramento e Controle:** Para MULCAHY (2007) é o processo que objetiva o monitoramento do desempenho dos envolvidos no projeto, bem como a administração contratual referente ao projeto. Nesse estágio registram-se a progressão por meio de relatórios bem como as lições aprendidas, com o intuito da aprendizagem com adversidades encontradas para o melhor gerenciamento de projetos futuros.

## 2.2 Áreas de Conhecimento

O PMI (2013) classifica uma área de conhecimento como uma associação de conceito, atividades e termos do âmbito profissional, gerenciamento de projetos ou uma especializada área. Existem dez áreas de conhecimento mais exploradas em projetos, conforme definidos a seguir:

- **Gerenciamento da Integração:** No âmbito de gerenciamento de projetos, as principais características incorporadas nesta área de conhecimento são; Consolidação, Unificação e integralização. Estas objetivam uma comedida execução do projeto desde o início até o seu término, visando o êxito no atendimento do que fora requisitado pelos *Stakeholders*.
- **Gerenciamento do Escopo do Projeto:** Estão inseridos nesse plano, os processos substanciais que afixam o necessário e tão somente o necessário trabalho para a conclusão do projeto com êxito. Relaciona-se com aquilo que é pertencente bem como o que não é pertencente ao projeto.
- **Gerenciamento do Tempo do Projeto:** Estão contidos neste plano, todos os processos que proporcionam que o projeto tenha seu término dentro do prazo planejado. Segundo o PMI (2013) estes processos são: Planejar o gerenciamento do cronograma; Definir e seqüenciar as atividades do projeto; Estabelecer os recursos e durações das atividades; Desenvolver e controlar o cronograma.
- **Gerenciamento dos Custos do Projeto:** Este plano visa assegurar que o projeto seja concluído conforme o orçamento planejado e aprovado. Dentre os processos inclusos, estão: Planejar o gerenciamento dos custos; Estabelecer o orçamento; Contabilizar e Controlar custos.
- **Gerenciamento da Qualidade do Projeto:** Apóia as atividades de melhoria contínua dos processos de interesse dos realizadores do projeto. O crucial objetivo deste plano é garantir o atendimento e validação dos requisitos do projeto e produto.
- **Gerenciamento dos Recursos humanos do Projeto:** Este plano contempla os processos que visam à organização e direcionamento da equipe do projeto. Esta equipe é constituída por pessoas designadas a específicas funções no projeto, o exercício desses componentes pode ser atribuído em regime parcial ou integral, sendo suscetível a adição ou remoção de membros no decorrer do progresso do projeto.
- **Gerenciamento das Comunicações do Projeto:** Os processos incorporados neste plano objetivam a garantia de que as informações pertinentes aos projetos sejam planejadas, recolhidas, formadas, disseminadas, mantidas, resgatadas, gerenciadas, controladas e disponibilizadas apropriadamente.
- **Gerenciamento dos Riscos do Projeto:** Este plano do projeto visa ampliar as incertezas que impactem positivamente o projeto, bem como a minimização da probabilidade dos impactos oriundos de incertezas negativas para o projeto. Dentre os processos incorporados neste plano, estão: Planejar o gerenciamento dos riscos, detectar e analisar os riscos de modo quantitativo e qualitativo, elaborar o plano contingencial e controlar os riscos.

- **Gerenciamento das Aquisições do Projeto:** Os processos abordados neste plano são referentes à compra ou aquisições de produtos, serviços ou resultados oriundos do ambiente externo. A empresa pode assumir tanto o papel de consumidor quanto de comprador na relação.
- **Gerenciamento das Partes interessadas do Projeto:** Os processos contidos neste plano objetivam a identificação de todos os envolvidos, sejam pessoas, equipes ou organizações que detenham poder, interesse ou influência na quais possam ser impactadas pelo projeto ou no projeto. Devem ser considerados os respectivos requisitos esperados por estes, desenvolvendo assim, adequadas estratégias de gerenciamento que almejam o comprometimento efetivo de todos os *Stakeholders* no tocante a execução do projeto.

### 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento do presente trabalho se deu primeiramente através dos dois tipos de pesquisas, a bibliográfica, com um levantamento geral sobre trabalhos já realizados na área de gestão de projetos e modelos de maturidade. (LAKATOS; MARCONI, 2003). E também documental, caracterizado por Fonseca (2002) como a exploração das mais diversificadas e dispersas fontes.

De acordo com Gil (1991) a pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de caráter exploratório, envolvendo um intenso estudo sobre o objeto principal de estudo, explicitando-o a fim de criar hipóteses. A classificação de sua natureza é tida como aplicada, para isso, a mesma propõe-se no apoio comparativo entre os modelos de maturidade em gestão de projetos.

Para Deslauries (1991) a pesquisa de cunho qualitativo, o intuito da amostra é a exibição e capacidade da produção de novas informações aprofundadas e ilustrativas. O procedimento metodológico é esquematizado na figura (2) a seguir.



Figura 2: Esquema metodológico

Fonte: Autoria Própria

## 4 | MODELOS DE MATURIDADE EM GESTÃO DE PROJETOS

Segundo Kerzner (2009) a maturidade em gestão de projetos associa-se a padronização organizacional no tocante ao desenvolvimento de sistemas e processos na qual assegurem uma elevada factibilidade do êxito de cada um dos projetos. Ainda de acordo com o autor, a evolução do nível de maturidade constitui em uma primordial vantagem competitiva para as organizações.

Para Prado (2008), é um padrão evolutivo indicado por níveis pré-estabelecidos de maturidade organizacionais em gestão de projetos, possibilitando melhorias e auto-análise. Os modelos de maturidade são parâmetros utilizados para a avaliação da competência organizacional no tocante ao alcance dos objetivos, identificando possibilidades no tocante ao aperfeiçoamento da qualidade, produtividade, minimização de custos, planejamento, controle e monitoramento da melhoria contínua.

### 4.1 Capability Maturity Model (CMM)

Segundo Costa e Ramos (2013) o modelo CMM é fundamentalmente caracterizado como os evolutivos estágios de maturidade pelas quais as empresas posicionam-se ou passam no decorrer do processo de melhoria continua, a partir da identificação de problemas e aplicações e aplicações das ações corretivas. Esses estágios, são classificados em 5 níveis, consecutivamente apresentados: Inicial, Repetível, Definido, Gerenciado e Otimização. A figura (3) a seguir mostra a exibição dos níveis.



Figura 3: Modelo de Maturidade - CMM

Fonte: Adaptado do SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE (1997)

Ainda de acordo com Costa e Ramos (2013) O primeiro estágio de maturidade é o Inicial, este é descrito pela informalidade dos seus processos, onde comumente o cronograma e orçamento planejados são ultrapassados. O segundo estágio é o de Repetição, onde os planos elaborados são fundamentados a partir de decorrências. O terceiro estágio é caracterizado pela constituição de processos bem estabelecidos, fazendo com que as praticas dos padrões aperfeiçoem o desempenho dos projetos. No estágio de gerência, quarto estágio, os processos e produtos estabilizam-se quantitativamente, ou seja, detém um maior controle e domínio sobre estes. No quinto e último estágio, conhecido como Otimização, a institucionalização do gerenciamento de projetos e definitiva maturidade são almeçadas, propiciando a organização um âmbito de melhoria continua.

#### 4.2 Organizational Project Management Maturity Model (OPM3)

De acordo com o PMI (2008) o modelo de maturidade OPM3® auxilia as organizações na análise do atual estágio de maturidade, bem como propõe apoio do melhoramento deste nível. É integrado por três principais fundamentos, são eles: Conhecimento, Avaliação e Aperfeiçoamento.

- Conhecimento (*Knowledge*): Trata da maturidade e o gerenciamento de projetos;
- Avaliação (*Assessment*): Aborda processos e métodos avaliativos apoiando as organizações no tocante à mensuração nível de maturidade; Questionário constituído por 151 questões fechadas que objetivam detectar as forças e fraquezas organizacionais em parâmetro ao seu conjunto de melhores práticas;
- Aperfeiçoamento (*Improvement*): Processo que objetiva o quadro evolutivo dos estágios de maturidade. Cerca de 600 melhores práticas são abordadas e para o PMI (2008) este fator é determinante no tocante a diferenciação do modelo OPM3 aos demais.

A figura (4) a seguir, aborda a estruturação deste modelo de maturidade.

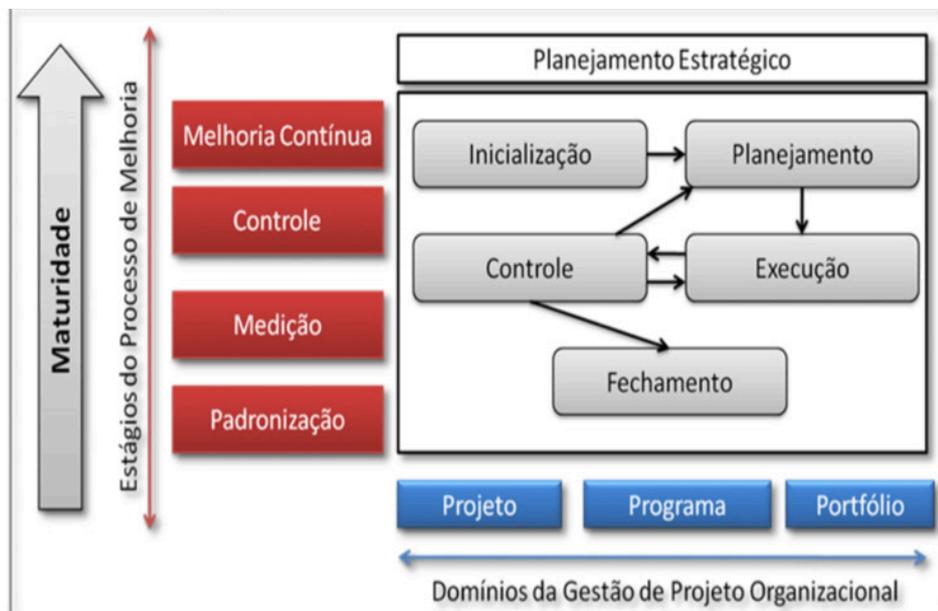


Figura 4: Modelo de Maturidade – OPM3

Fonte: Adaptado do PMI (2008)

#### 4.3 Modelo de Maturidade em Gerenciamento de Projetos (MMGP)

Oriundo de situações empresariais no Brasil, o MMGP foi elaborado pelo autor Prado entre os anos 1999 à 2002 e publicado no mês de dezembro. Este modelo contempla a análise do estágio de maturidade em dois níveis, sendo eles: Setorial e Corporativo.

Prado (2008) estabeleceu fatores para a idealização deste modelo:

- Aplicação do modelo SW-CMM para criação de softwares, caracterizado pelo intervalo de níveis de maturidade de 1 a 5;
- Simplicidade, através da aplicação de 40 questões e Universalidade, de forma com que este questionário seja cabível a qualquer tipo de organização.
- Nível de maturidade relacionada com a competência no tocante ao êxito em execução de projetos.

O modelo MMGP aborda os cinco níveis de maturidade e também considerada seis dimensões, as quais podem ser destacadas:

- Competência Técnica: Sendo o conhecimento organizacional referente a práticas de gerenciamento de projetos.
- Metodologia: Forma como a informação é explorada.
- Estrutura Organizacional: Referente ao relacionamento dos recursos humanos dentro da organização.
- Alinhamento com os negócios: Direcionamento estratégico.

Ainda de acordo com Prado (2008) é de suma importância que os modelos de maturidade estejam alinhados estrategicamente com a organização. A estruturação do modelo de maturidade MMGP é ilustrada na figura (5), a seguir:

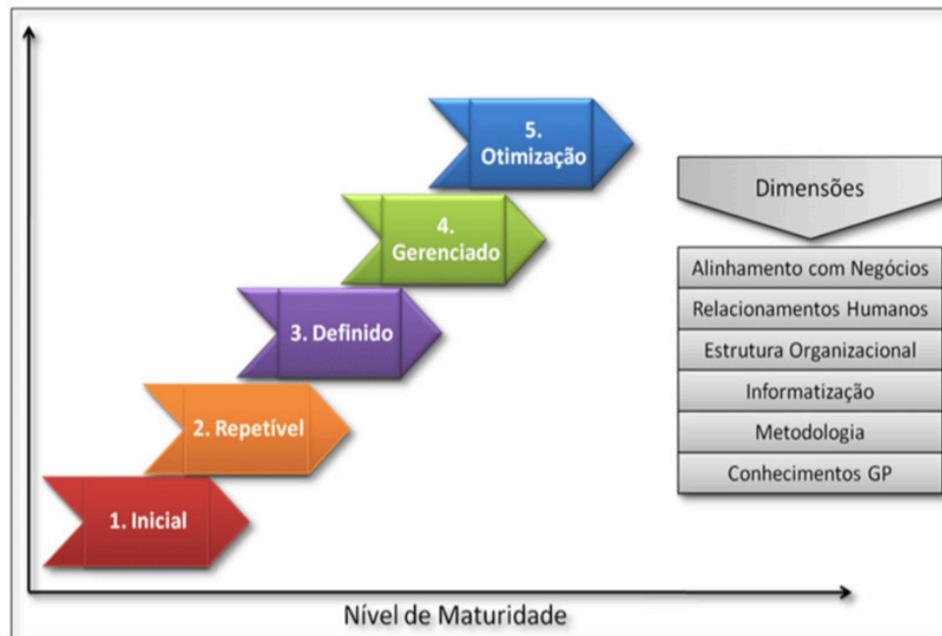


Figura 5: Modelo de Maturidade – MMGP.

Fonte: Adaptado do Prado (2008)

#### 4.4 Project Management Maturity Model (PMMM)

De acordo com Costa e Ramos (2013), o modelo PMMM, elaborado em 2001 por Harold Kerzner, é baseado no Guia do Conhecimento do Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®). O modelo caracteriza-se em cinco níveis de maturidade onde as organizações nas quais visam a excelência em gestão de projetos devem atingi-las. A aplicabilidade do Modelo PMMM contempla um questionário objetivo de 183 questões que visam à identificação dos respectivos níveis. Os estágios classificados por Kerzner são;

- Estágio 1: Linguagem comum, parte do reconhecimento da organização no tocante a relevância em gestão de projetos;
- Estágio 2: Processos comuns, refere-se ao reconhecimento da organização no tocante a definição de processos comuns oriundos de projetos que obtiveram sucesso de modo que os resultados possam ser repetidos;
- Estágio 3: Agregação de todos os procedimentos metodológicos corporativos em apenas uma metodologia;
- Estágio 4: Benchmarking, reconhecer a proporcionalidade entre a melhoria dos processos com a obtenção da vantagem competitiva da organização;
- Estágio 5: Melhoria Contínua, engloba o planejamento estratégico, transmissão do conhecimento bem como a aprendizagem com lições aprendidas.

A figura (6) a seguir, exhibe o esquema do modelo de maturidade PMMM.

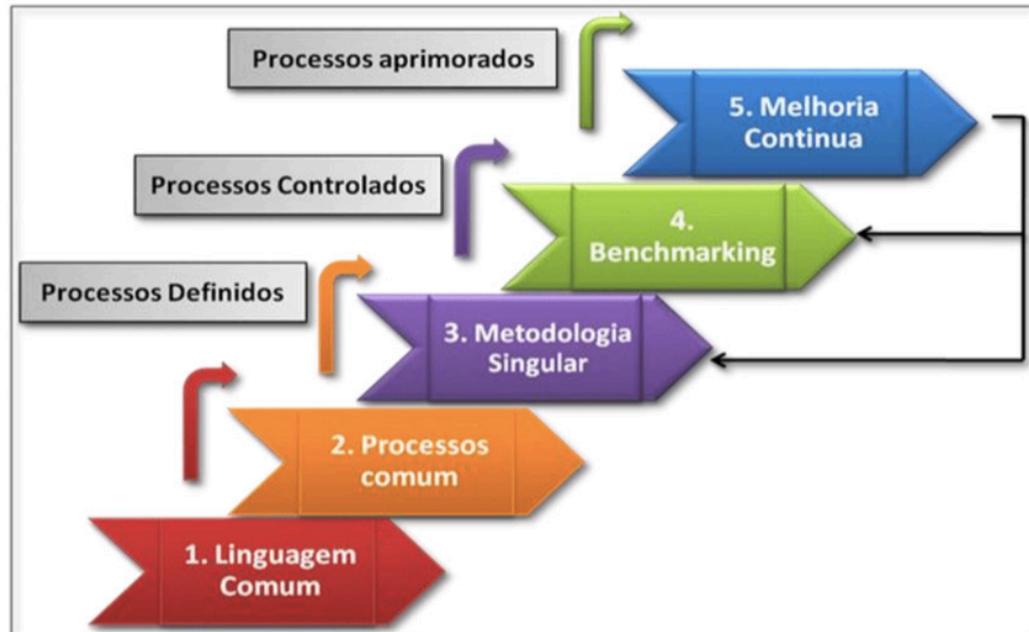


Figura 6: Modelo de Maturidade – PMMM

Fonte: Adaptado de Kerzner (2006)

## 5 | ANÁLISE COMPARATIVA DOS MODELOS

Frente às pesquisas elaboradas por Silva (2011) e Barbas (2012), os indicadores comparativos são constituídos, estes, serão apresentados no quadro (1).

- Principal Característica: Relatar o enfoque, características principais;
- Origem: Deve identificar os criadores e época de criação;
- Instrumentos de Avaliação: De que forma o modelo se aplica para mensurar os níveis?
- Qual o padrão utilizado? Deve ser abordado o método ou padrão de gerenciamento de projetos seguido pelo modelo de maturidade;
- Quantos estágios de maturidade? Quantificar os níveis existentes;
- Opções de melhorias são propostas? : Deve identificar se são sugeridas alternativas que vise às evoluções dos estágios de maturidade;
- Vantagens: Definir os benefícios trazidos pela aplicação dos modelos;
- Limitações: Definir desvantagens e restrições dos modelos.

	<b>CMM</b>	<b>OPM3</b>	<b>MMGP</b>	<b>PMMM</b>
<b>Principal Característica</b>	Para Costa e Ramos (2013) o primordial intuito é analisar a maturidade e auxiliar o desempenho organizacional com foco em processos de software.	De acordo com Costa e Ramos (2013) engaja-se na gestão de projetos de modo que organização importe a utilização ferramentas, habilidades e técnicas no tocante ao gerenciamento de projetos. Pioneiro na abordagem de dimensões ao invés dos níveis de maturidade	Segundo Costa e Ramos (2013) contemplam a análise do estágio de maturidade em dois níveis, sendo eles: Setorial e Corporativo.	Para Silva (2011) possibilita retornos e sobreposições e entre os níveis de. Os estágios de maturidade 3, 4 e 5 constituem-se em um ciclo reiterativo que busca a primazia no tocante a gestão de projetos.
<b>Origem</b>	Segundo Costa e Ramos (2013) Pioneiro modelo de maturidade, desenvolvido em 1997 pelo <i>Software Engineering Institute</i> (SEI) em parceria com a <i>CarnegieMellonUniversity</i> .	Para Costa e Ramos (2013) Lançado no início de 2004 pelo PMI. Elaborado a partir de estudos com outros já existentes modelos bem como o auxílio de cerca de 800 voluntários de diversos países.	Para Costa e Ramos (2013) Oriundo de situações empresariais no Brasil, o MMGP foi elaborado pelo autor Prado entre os anos 1999 á 2002 e publicado no mês de dezembro	Para Costa e Ramos (2013) Elaborado em 2003 pelo Dr. Kerzner, é baseado no Guia PMBOK®.
<b>Instrumento de Avaliação</b>	Para Barbas (2012) Oscila em relação à versão utilizada.	Questionário com 151 questões fechadas.	Questionário simples contendo 40 questões	Questionário com 183 questões fechadas.
<b>Qual o padrão utilizado?</b>	Qualidade total, TQM – ( <i>Total Quality Management</i> ).	PMBOK (PMI)	PMBOK (PMI) - Aderente	PMBOK (PMI)
<b>Quantos estágios de maturidade?</b>	A partir de 5 níveis.	A partir de 4 níveis.	A partir de 5 níveis.	A partir de 5 níveis.
<b>Opções de melhorias são propostas?</b>	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>Limitações</b>	Foco em projetos de desenvolvimento <i>software</i> .	Complexo na sua utilização.	Em virtude de sua simplicidade, a necessidade de adicionar outros critérios para a avaliação pode ser considerada.	Complexo e mais lento.

<p><b>Vantagens</b></p>	<p>De acordo com Barbas (2012), Uso simplificado; Aborda a melhoria contínua dos processos em relação à elaboração de softwares; Apóia na identificação de falhas comumente cometidas em projetos.</p>	<p>O autor Barbas (2012) ressalta: Aplicação de lista de checagem para coleta de informações; mensura a o nível de maturidade de acordo com os padrões de projetos, programas e portfólios; Apóia o alinhamento estratégico ao negócio organizacional; Aplicado a qualquer tipo de organização.</p>	<p>Segundo Barbas (2012), detém uma simplificada aplicação; analisa o estágio de maturidade nos níveis Setorial e Corporativo; Tem maior utilização pelas organizações brasileiras; Aplicado a qualquer tipo de organização.</p>	<p>Para Barbas (2012), Benchmarking nos estágios; Foco nos fatores internos e externos; considera forças e fraquezas; aplicado a qualquer tipo de organização.</p>
-------------------------	--	---	--	--

Quadro 1: Análise comparativa entre os modelos de maturidade

Fonte: Autoria Própria

Dentre os quatro modelos analisados, podemos considerar que dentre eles, o MMGP é o mais simples dos modelos sendo simplesmente aplicado, onde apenas 40 questões são abordadas, embora possa incorrer a necessidade de incrementos neste modelo. O CMM também aborda uma simplificada utilização, porém, é um modelo que tem seu enfoque em projetos de desenvolvimento software. Em termos de complexidade, o PMMM é destaque, devido à estruturação dos cinco níveis e questionário de avaliação contendo 183 questões desigualmente atribuídas aos níveis de maturidade.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar e comparar quatro dos principais modelos de maturidade aplicados nas empresas atualmente, possibilitando uma visão geral e contribuição para o bom entendimento das suas características, estruturação, vantagens, desvantagens, bem como as suas respectivas metodologias.

Através de pesquisa bibliográfica e documental, os modelos de maturidade estudados nesta pesquisa são: CMM, OPM, PMMM e MMGP. Em virtude da abordagem comparativa levantada, alguns pontos importantes podem ser destacados:

- É comumente identificado em todos os modelos de maturidade o objetivo de mensurar o nível de maturidade das organizações, assegurando o aperfeiçoamento dos processos, bem com o desenvolvimento competitivo;

- Todos os modelos adotam questionários como instrumento de avaliação, porém, cada um possui uma quantidade e aplicações de questões diferentes;
- Os 5 níveis de maturidade são abordados pelos seguintes: CMM, MMGP, e o PMMM. Diferente destes modelos, OPM3 aborda 4 estágios de maturidade;
- Uma diferenciação identificada do modelo MMGP são as aplicações em dois níveis: Setorial e Corporativo.

Frente às considerações reveladas no trabalho, os gerentes de projetos poderão confrontar os modelos de maturidade e analisar suas respectivas aplicabilidades, de modo a optar pelo adequado modelo auxiliando-os no êxito do gerenciamento de projetos.

Para recomendações de trabalhos futuros sugere-se a inserção de outros modelos de maturidade existentes na literatura a fim de tornar o comparativo mais completo, contemplando outros modelos de maturidade. Outra possível pesquisa seria trabalhar os modelos de maturidade em organizações e diagnosticar com base na opinião dos gestores, qual o modelo de maturidade é mais adequado, conforme a dimensão da organização.

## REFERÊNCIAS

BARBAS, Cátia Alexandra Marques. **Estudo e comparação de Modelos de Maturidade no contexto da Gestão de Projetos**. 2012. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade de Trás - Os - Montes e Alto Douro, Vila Real, 2012.

COSTA, Stella Regina Reis; RAMOS, Ana Flávia Batalha. **Modelo de maturidade em gerenciamento de projetos: Um estudo de caso aplicado a projetos de petróleo e energia**. *Sistemas & Gestão*, São Paulo, v. 8, n. 3, p.1-10, dez. 2013. Disponível em: <<http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/viewFile/V8N3A2/V8N3A2>>. Acesso em: 22 abr. 2017.

DESLAURIERS J. P. **Recherche Qualitative**. Montreal: McGraw Hill, 1991

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

HELDMAN, K. *Gerência de projetos: guia para o exame oficial do PMI*. 3ª ed. (Revisada e Atualizada). Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

KERZNER, H. **Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling**. 10.ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009

KERZNER, Harold. (2006) **Gestão de Projetos: As Melhores Práticas**. São Paulo: Bookman

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MULCAHY, R. **Preparatório para o Exame de PMP®**. 5. ed. Estados Unidos da América: RMC Publications, 2007.

PRADO, D. S. **Maturidade em Gerenciamento de Projetos**. vol. 7. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2008.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento do Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®)**. 5<sup>a</sup>. ed. Estados Unidos da América: Globalstandard, 2013. 595 p.

SILVA, Rafael Rodrigues da. **Análise comparativa de modelos de maturidade em gerenciamento de projetos**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** . Belo Horizonte: Abepro, 2011. p. 1 - 11. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_tn\\_sto\\_142\\_899\\_18294.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_142_899_18294.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2017.

## O USO DA MANUTENÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE NEGÓCIO NO SERVIÇO DE PÓS-VENDA EM UM SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO

**Paulo Mantelatto Pecorari**

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP),  
FEAU

Santa Bárbara d'Oeste – São Paulo

**Carlos Roberto Camello Lima**

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP),  
FEAU

Santa Bárbara d'Oeste – São Paulo

**RESUMO:** O uso de qualquer produto deve estar alinhado ao planejamento de sua manutenção. Assim, a manutenção não deve ser tratada apenas como uma despesa, avaliada como qualquer outro item do orçamento de uma empresa. Ela deve ser tratada como um negócio de serviços e medida por três indicadores: custo, qualidade e tempo. Neste contexto, algumas empresas têm terceirizado sua manutenção e fabricantes de produtos têm investido fortemente em seu pós-venda, alimentando o que pode ser chamado de Sistema Produto-Serviço (PSS). O presente trabalho tem dois objetivos: (i) revisar e explorar o conceito formado sobre o tema PSS, e; (ii) evidenciar, por meio de um caso de sucesso, como uma empresa de manufatura pode utilizar o PSS como estratégia de negócio, para melhorar sua lucratividade e diminuir o custo de seu cliente. Conclui-se que, de forma generalizada, para que um PSS tenha sucesso, ele deve estar enraizado em uma solução

integrada entre produto e serviço, que, em muitos casos, estará relacionada à mudança no modelo de negócio da empresa. Esta mudança deverá ter a missão de equilibrar a delicada relação entre as necessidades do cliente e o desenvolvimento de valor para a empresa. Tudo isso deverá ser monitorado com a ajuda de tecnologias de informação e comunicação, e regido por um contrato.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manutenção, Estratégia de negócio, Pós-venda, Sistema Produto-Serviço (PSS).

**ABSTRACT:** The use of any product should be in line with your maintenance planning. Thus, maintenance should not be treated as just an expense, evaluated like any other item in a company's budget. It should be treated as a service business and measured by three indicators: cost, quality and time. In this context, some companies have outsourced their maintenance and product manufacturers have invested heavily in their after-sales, fueling what can be called Product-Service System (PSS). The present work has two objectives: (i) to review and explore the concept formed on the PSS theme; (ii) evidence, through a successful case, how a manufacturing company can use the PSS as a business strategy, to improve its profitability and to lower the cost of its customer. It is concluded that, in general, for a PSS to

succeed, it must be rooted in an integrated solution between product and service, which, in many cases, will be related to the change in the company's business model. This change should have the mission of balancing the delicate relationship between customer needs and the development of value for the company. All this should be monitored with the help of information and communication technologies, and governed by a contract.

**KEYWORDS:** Maintenance, Business strategy, After-sales, Product-Service System (PSS).

## 1 | INTRODUÇÃO

Historicamente, a manutenção tem sido reconhecida como uma ferramenta essencial para as operações vitais de um negócio. No entanto, uma grande parte das empresas ainda não consegue definir adequadamente o papel e a operação da manutenção dentro da empresa. Em muitos casos, a manutenção continua a ser um custo ao fazer negócios e, como tal, é tratada como qualquer outro item do orçamento. Assim, para que seja possível o seu sucesso, a manutenção precisa ser vista como um negócio, na verdade, um negócio de serviços.

O esforço é nobre, mas o resultado é o que conta. Por esta razão, muitas empresas, pensando em encontrar uma solução para o seu negócio, têm terceirizado a manutenção de seus equipamentos. O objetivo da terceirização, procurado por tais empresas, concentra-se em diminuir o custo, ao mesmo tempo em que recebam a melhor prestação de serviços possível, embasada na percepção de valor, que envolve custo, qualidade e tempo.

Este tipo de estratégia, adotada por algumas empresas, tem sido alimentada pelo departamento de pós-venda de alguns fabricantes de equipamentos, que, reconhecendo a necessidade de seus clientes, começaram a investir em seus departamentos de pós-venda, formando equipes altamente capacitadas sobre a manutenção de seus equipamentos e capazes de assumirem, de maneira terceirizada, a manutenção de seus clientes.

É inserido nesta ideia que surge o termo “Sistema Produto-Serviço”, no inglês tratado como *Product-Service System* (PSS). Este termo, surgido entre o final da década de 1990 e início dos anos 2000, tem como foco, de forma geral, definir a oferta de um conjunto comercial de produtos e serviços por parte do fabricante, capaz de cumprir conjuntamente a necessidade de um usuário (Goedkoop, 1999; Baines *et al.*, 2007).

Este trabalho pretende realizar uma revisão teórica sobre a relação pós-venda e manutenção. Além disso, também será apresentado o resultado de uma pesquisa, destacando a formação e a explanação do conceito PSS, onde um caso de sucesso será apresentado. Por fim, a conclusão deste trabalho apresentará as considerações finais sobre o PSS e o uso do conhecimento sobre a manutenção como ferramenta

para incremento da lucratividade.

## 2 | REVISÃO TEÓRICA

Segundo a *American Marketing Association* (2013), podem ser caracterizados como serviços de pós-venda: (i) monitoramento do pedido, (ii) instalação apropriada do produto, (iii) manutenção, reparo e informações sobre uso do produto/serviço. Eles são oferecidos para promover a satisfação e desenvolver a lealdade dos clientes, fortalecendo as experiências positivas após a compra do produto e aprimorando a percepção perante a marca avaliada.

Em relação a sua realização, Li *et al.* (2014), analisando o serviço de pós-venda em uma cadeia de suprimentos, destacaram que a terceirização de serviços de pós-venda por parte dos revendedores incentiva os mesmos a terem um maior nível de comprometimento, tornando os lucros de fabricantes e revendedores melhores.

Mahadev e Ravindran (2015) analisaram as lacunas existentes na qualidade sobre os serviços de pós-venda em áreas rurais e afirmaram que toda atividade de venda deve ser concluída com o serviço de pós-venda. O mesmo trabalho também comenta sobre produtos que necessitam de serviço recorrente e afirma que eles devem ser comercializados com muita cautela e com estratégia diferente, priorizando sempre a satisfação do cliente.

Kurata e Nam (2013) destacaram que os serviços de pós-venda permitem que um fabricante ou um varejista capturem mais vendas e lucros. No entanto, os autores afirmam que ainda não é clara a forma como a incerteza das necessidades do cliente sobre os serviços de pós-venda influencia as decisões sobre os mesmos, evidenciando, assim, uma competição na cadeia de suprimentos, onde a incerteza comentada afeta o conflito entre a maximização do lucro e a satisfação do cliente.

Comiotto *et al.* (2014) analisaram a percepção e a importância atribuída por clientes em serviços de pós-venda. Os estudos foram realizados em concessionárias de automóveis e revelaram que os clientes associam pós-venda primeiramente aos aspectos de serviço (revisão programada) e posteriormente ao relacionamento com o consumidor (atendimento à reclamação).

Lin *et al.* (2015) criaram e avaliaram um modelo de desenvolvimento estratégico integrado para o serviço de pós-venda na indústria de maquinaria pesada. Particularmente, neste segmento, já é utilizado pelos fabricantes um sistema de monitoramento remoto dos equipamentos, para verificar a condição e frequência de uso e, conseqüentemente, programar sua parada para manutenção e realização dos serviços necessários. Os autores finalizam o artigo destacando que o serviço de pós-venda afeta a recompra de equipamentos, é uma importante fonte de lucro e é um fator chave para desenvolver a estratégia da empresa.

Özdemir e Asil (2015) afirmam que, em um mundo onde a concorrência é baseada

na qualidade do serviço, a distância de qualidade entre os produtos se torna menor a cada dia. Assim, o serviço de pós-venda pode ser considerado como uma parte inseparável de produtos. Neste contexto, os autores concluem que o desenvolvimento da Tecnologia da Informação (TI) abriu o caminho para a oferta de melhores serviços para os clientes e que a TI influencia na acessibilidade do serviço de pós-venda.

Kastalli e Looy (2013) comentam que as empresas de manufatura operam em uma economia cada vez mais globalizada e competitiva, onde os produtos são facilmente comoditizados. Neste cenário, as empresas adicionando serviços na oferta de seus principais produtos. Além disso, os autores concluem que serviços de trabalho intensivo, como a manutenção, que implicam em níveis mais elevados de proximidade com o cliente, aumentam ainda mais as vendas de produtos para as empresas.

Para alguns setores, como o da aviação, e para algumas empresas, como a Rolls-Royce (fabricante de motores), o pós-venda e a manutenção são tão importantes que chegam a formar grande parte de seu faturamento, com excelente margem de lucro para a empresa. Esta afirmação pode ser confirmada por uma disputa travada entre a própria Rolls-Royce com a Air France KLM (empresa aérea que possui uma sólida operação de manutenção), pela manutenção dos motores, em um contrato que envolvia cifras de sete bilhões de dólares ao ano (Company Watch - Air France KLM, 2012).

Este modelo de negócio, como realizado pela Rolls-Royce (motores), baseado na venda do produto já vinculada ao serviço de pós-venda e manutenção do mesmo, é o que caracteriza o que a academia chama de sistema produto-serviço (PSS).

Sobre a forma como isso é comercializado, Bakshi *et al.* (2014) destacaram que estudos prévios sobre contratos baseados no desempenho (PBC), para serviços de pós-venda, têm destacado as suas vantagens sobre os tradicionais contratos baseados em recursos (RBC), quando os produtos e sua confiabilidade são conhecidos por todas as partes.

### **3 | SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO (PSS)**

Perante a revisão teórica realizada, é possível identificar como a relação Cliente *versus* Empresa é formada, dentro de um Sistema Produto Serviço (PSS). Esta relação pode ser visualizada de forma mais clara e objetiva pela Figura 1.



Figura 1 – PSS: relação Cliente x Empresa

Fonte: Preparado pelo autor

Uma vez esclarecida a relação Cliente *versus* Empresa, em um sistema produto serviço, embasada na concepção da mesma, formada a partir da interação entre o pós-venda e a manutenção, segue, como resultado desta pesquisa, a formação e explanação do conceito PSS perante consideráveis e recentes publicações de reconhecidos periódicos internacionais.

O Sistema Produto Serviço (PSS) é uma oferta de produtos e serviços integrados que oferece valor em uso (Baines *et al.*, 2007). Este conceito surgiu no norte Europeu, no final de 1990 (Goedkoop, 1999). Inicialmente, a maioria das contribuições acadêmicas veio das ciências ambientais e sociais (Mont, 2000; Meijkamp, 1998; Manzini e Verzolli, 2003), com foco na sustentabilidade e produção mais limpa.

Buscando a evolução do conceito, alguns métodos e práticas foram propostos para a concepção e operação de um PSS (Luiten *et al.*, 2001; Maxwell e Vorst, 2003). Porém, estes trabalhos foram considerados de pouca utilidade, pois se concentravam na área teórica e falhavam em uma cuidadosa avaliação na prática. Neste sentido, a falta de diretrizes reguladoras nos países desenvolvidos e a necessidade de mudança cultural por parte dos consumidores foram apontadas como as principais barreiras para a adoção de um PSS da época (Mont de 2001; Mont e Lindhqvist, 2003; Wong, 2004).

Tukker (2004) apresentou um modelo conceitual de PSS que foi amplamente reconhecido por ilustrar diferentes formas de um sistema produto serviço. No entanto, o modelo de Tukker concentrou-se nas características e exemplos sobre a oferta, ao invés de focar sobre os valores intrínsecos e de necessidades da demanda (custo, qualidade, tempo).

Assim, embora fosse útil em termos de posicionamento organizacional, mais tarde, Baines *at al.* (2009) classificariam o modelo de Tukker (2004) como de valor

limitado a uma organização que busca em sua configuração ampliar as operações integradas de produção e apoio a serviços, sendo a abordagem utilizada pelo modelo não satisfatória.

Durugbo (2013) destacou que, na tentativa de manter a competitividade, as empresas estão mudando seus modelos de negócios para integrar equipamentos e serviços, em um sistema produto serviço (PSS). O objetivo deste artigo foi oferecer *insights* para a formação de sistemas de trabalho que ofereçam produtos e serviços integrados, em empresas competitivas. O artigo conclui que o comprometimento e o relacionamento são importantes, mas, sem regras e um contrato, não é possível a comercialização de um PSS.

Szwejczewski *et al.* (2015) confirmaram que o serviço de pós-venda é um elemento crítico na comercialização bem sucedida de muitos produtos, e que, alguns fabricantes já começaram a oferecer aos clientes uma solução integrada de produtos e serviços. Porém, existe a necessidade de uma abordagem diferente para a formação do conceito, desde o início, de um projeto PSS.

Ainda sobre o desenvolvimento de valor que a empresa pode promover com o PSS, Xing *et al.* (2013) afirmaram que existe a necessidade de uma auto avaliação por parte da empresa, para verificar o que realmente ela pode e deve integrar a uma proposta PSS. Esta avaliação deve ter seu foco nas necessidades (funcionais ou perceptivas) do cliente (Long *et al.*, 2013) e na otimização dos serviços de manutenção, para apoio ao PSS (Kuo e Wang, 2012). Convicções como as de Evans *et al.* (2007), que colocam os fabricantes como centro das atenções para qualquer desenvolvimento, na maioria das vezes são falhas em resultado.

Nemoto *et al.* (2015) se concentraram em como gerenciar e utilizar conhecimentos de projeto, em sua fase conceitual, na construção de PSS. Os autores afirmaram que, se faz importante a busca de oportunidades pela proposição de valor, em todo o ciclo de vida do produto. Assim, os projetistas de PSS precisam usar uma ampla gama de conhecimentos do que se faz necessário em sua concepção. Para isso, é proposto um modelo para gerenciar, utilizar o conhecimento e apoiar a formação de ideias, em um projeto PSS. A eficácia do modelo é demonstrada pela sua aplicação prática.

Song *et al.* (2015) realizaram um trabalho que apresenta um modelo de gestão da inovação de PSS, para fabricantes. Eles justificaram o trabalho explicando que, o desenvolvimento PSS é um tipo complexo de inovação, que envolve a heterogeneidade das partes interessadas, a interação de elementos produtos e serviços, e sua complexa medição de desempenho.

As fases de concepção e gestão são partes fundamentais para qualquer modelo ou metodologia sobre o assunto PSS. Neste sentido, Vasantha *et al.* (2012) se concentraram em estudos preocupados em entender as diretrizes de diferentes metodologias sobre PSS. Enquanto isso, Phumbua e Tjahjono (2012) procuraram capturar características típicas exibidas pelos fabricantes que adotaram o PSS, analisando seu comportamento dinâmico, para apreciação de técnicas existentes e

ferramentas para o modelamento PSS, identificando os parâmetros para a formação de um modelo PSS ideal.

Contudo, sobre o que já foi apresentado sobre o PSS, pode-se concluir esta revisão sobre a formação e explanação do conceito, com o trabalho de Belvedere *et al.* (2013). Esse artigo demonstrou, por meio de pesquisa, que Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) podem ter um impacto relevante na criação de valor pela empresa. O trabalho identifica que as TIC's levam os processos operacionais a conseguirem uma capacidade de resposta superior e soar como melhoria na oferta de produtos. Em particular, os autores destacam que empresas capazes de incorporar capacidade de resposta superior em sua oferta de produtos podem aumentar ainda mais a criação de valor em um PSS.

#### 4 | CASO MICHELIN SOLUTIONS

A *Michelin Solutions* foi fundada em maio de 2013 como uma nova empresa, dentro do Grupo Michelin (Grupo Francês cujo principal negócio é a fabricação e comercialização de pneus). Esta empresa substituiu outra já existente no Reino Unido (UK), chamada *Michelin Fleet Solutions*. O foco desta nova empresa é dedicar-se à construção, desenvolvimento e comercialização de soluções para frotas de veículos. Estas soluções estão baseadas nas necessidades dos clientes, para melhorar a eficiência relativa à mobilidade, à produtividade, à redução no consumo de combustível e o *bottom line*, de forma customizada e globalizada (*Michelin Solutions*, 2016).

Atualmente, ela emprega em torno de 800 colaboradores (globalmente) e é responsável por mais de 500.000 veículos em contrato. Recentemente, uma transportadora, na Inglaterra, destacou, por meio de uma Carta Testemunho que, em três anos, economizou cerca de 1.000.000 de litros de óleo diesel, por meio de um contrato com a *Michelin Solutions* (*Tyrepress*, 2015).

O caso em questão destaca uma empresa pioneira em seu segmento, na orientação econômica do uso de um sistema produto-serviço. A *Michelin* já fornece há algum tempo soluções orientadas a serviços, como o fornecimento de pneus por meio de contratos por quilometragem, por tonelada ou por pouso, ao invés de apenas vender o pneu. Estas soluções são baseadas, particularmente, em sistemas de monitoramento da pressão dos pneus em uso, que ajudam a aperfeiçoar a manutenção preventiva e minimizar o tempo de inatividade do veículo (Figura 2).

Em junho de 2014, a *Michelin* anunciou a aquisição de uma empresa chamada Sascar, líder Brasileira em gestão de frota digital e segurança de carga, com uma participação de 23% de mercado. A aquisição foi totalmente alinhada com a estratégia de serviço do Grupo, que visa a entregar ao mercado, antes que seus competidores, soluções de telemetria, que melhoram o desempenho das frotas. Com a *Michelin Solutions* e a Sascar, o grupo *Michelin* reafirmou o uso de soluções digitais e *online*

para criar serviços inovadores. O objetivo que a empresa busca é melhorar os índices de disponibilidade das frotas e as margens de lucro de seus clientes (Michelin, 2014).



Figura 2 – Visão PSS da empresa Michelin  
Fonte: Adaptado de Michelin (2014)

Para atingir os objetivos propostos, a *Michelin Solutions* informa que trabalha com parceiros selecionados e oferece aos seus clientes três formas (contratos) de trabalho:

- a. EFFIFUEL™: solução para reduzir o consumo de combustível;
- b. EFFITIRES™: solução para otimizar o controle e gestão dos pneus;
- c. EFFITRAILER™: solução para otimizar a gestão dos semirreboques.

Independentemente da forma de trabalho, existe o compromisso de contratos multi-anuais, que prometem reduzir o tempo de inatividade do veículo, as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o consumo de combustível. Se as metas forem cumpridas, os ganhos resultantes são compartilhados; se não, o cliente recebe uma compensação.

Além disso, os contratos oferecem treinamento em técnicas de condução ecológica, planos de ação com base na telemetria e conhecimentos de gestão de pneus; combinando os melhores pneus com baixo consumo de combustível e a quantidade certa de manutenção, para garantir que eles retenham suas qualidades pelo maior tempo possível (Michelin Solutions, 2016).

## 5 | CONCLUSÃO

Atualmente, pode-se dizer que o mundo dos negócios, o qual envolve a relação cliente *versus* empresa, é globalizado e altamente competitivo. Neste cenário, a

distância de qualidade entre os produtos se torna menor a cada dia. No entanto, a percepção à marca se torna importante à medida que a empresa se preocupa em fortalecer as experiências positivas que o cliente adquire após a compra do produto, aprimorando, desta maneira, a imagem do produto/marca/empresa e o relacionamento do negócio entre empresa e cliente.

É exatamente neste ponto que a estratégia do negócio pode mudar a relação cliente *versus* empresa. Ao utilizar o seu conhecimento sobre a manutenção adequada do produto, a empresa que oferece um PSS pode promover ao mesmo tempo, a diminuição de custo para seu cliente e a maximização de seu lucro, promovendo a satisfação e a fidelização do cliente.

Portanto, de forma generalizada, para que um PSS tenha sucesso, ele deve estar enraizado em uma solução integrada entre produto e serviço, que, em muitos casos, estará relacionada à mudança no modelo de negócio da empresa. Esta mudança deverá ter a missão de equilibrar a delicada relação entre as necessidades do cliente e o desenvolvimento de valor para a empresa. Tudo isso deverá ser monitorado com a ajuda de tecnologias de informação e comunicação, e regrado por um contrato.

Por fim, o caso de sucesso apresentado sobre a empresa *Michelin Solutions* evidencia uma forte tendência à mudança no modelo de negócio, a ser adotado por empresas de manufatura, a fim de impedir que os seus produtos virem *commodities*.

Esta mudança somente é possível com o pleno conhecimento, por parte da empresa, sobre a gestão do ciclo de vida total de seu produto. Este conhecimento permitiu à empresa estudada a capacidade de otimizar a manutenção do produto para o cliente. A otimização da manutenção garante ao cliente o ganho de eficiência na mobilidade (disponibilidade), na produtividade, na economia de combustível e na margem operacional.

O caso de sucesso também destaca o pioneirismo do Grupo *Michelin* em seu segmento, no que se refere à concepção, ao desenvolvimento e à realização de um Sistema Produto-Serviço (PSS). Para tanto, a empresa teve o cuidado de dar a devida atenção para cada um dos pontos necessários para o sucesso de um PSS.

## REFERÊNCIAS

American Marketing Association. **Dictionary: after-sales support**. Disponível em: [http://www.marketingpower.com/\\_layouts/Dictionary.aspx](http://www.marketingpower.com/_layouts/Dictionary.aspx). Acesso em: 08 Set. 2016.

BAINES, T.S., LIGHTFOOT, H., EVANS, S., NEELY, A., GREENOUGH, R., PEPPARD, J., ROY, R., SHEHAB, E., BRAGANZA, A., TIWARI, A., ALCOCK, J., ANGUS, J., BASTI, M., COUSENS, A., IRVING, P., JOHNSON, M., KINGSTON, J., LOCKETT, H., MARTINEZ, V., MICHELE, P., TRANFIELD, D., WALTON, J. and WILSON, H. **State of the art in product-service systems**. Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, Vol. 221, No.10, pp. 1543-51. 2007.

BAINES, T.S., LIGHTFOOT, H., PEPPARD, J., JOHNSON, M., TIWARI, A., SHEHAB, E. and SWINK, M. **Towards an operations strategy for product-centric servitization**. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 29, No. 5, pp. 494-519. 2009.

- BAKSHI, N. KIM, S-H. SAVVA, N. **Signaling new product reliability with after-sales service contracts.** *Management Science*, Vol. 61, No. 8, pp. 1812–1829. 2015.
- BELVEDERE, V; GRANDO, A; BIELLI, P. **A quantitative investigation of the role of information and communication technologies in the implementation of a product-service system.** *International Journal of Production Reserach*, Vol. 51, No. 3, pp. 410-426. 2013.
- COMIOTTO, F.D.; COSTA, J.I.P; SANTOS, A.R.; MONDO, T.S. **Comprei Meu Carro, O Que Vem Depois? Análise da Percepção e da Importância Atribuídas por Clientes em Serviços de Pós-Venda.** *Revista Brasileira de Marketing*, Vol. 13, No. 6. pp. 80-93.2014.
- Company Watch - Air France KLM.** *AirGuide Business* 24 Sept. 2012. Academic OneFile. Disponível em: <http://go.galegroup.com/ps/i.o?p=AONE&sw=w&u=capes&v=2.1&id=GALE%7CA311556635&it=r&asid=d87b5f5f03dce25322f0715ea1bcc441>. Acesso em: 19 Oct. 2016.
- DURUGBO, C. **Competitive product-service systems: lessons from a multicase study.** *International Journal of Production Research*, Vol. 51, No. 19, pp. 5671-5682. 2013.
- EVANS, S; PARTIDÁRIO, P.J; LAMBERT, J. **Industrialization as a key element of sustainable product-service solutions.** *International Journal of Production Research*, Vol. 45, No. 18, pp. 4225-4246. 2007.
- GOEDKOOOP, M., van HALER, C., te RIELE, H. and ROMMERS, P. **Product service-systems, ecological and economic basics.** Report for Dutch Ministries of Environment (VROM) and Economic Affairs (EZ). 1999.
- KURATA, H.; NAM, S-H. **After-sales servisse competition in a supply chain: Does uncertainty affect the conflict between profit maximization and customer satisfaction?** *International Journal of Production Economics*, Vol. 144, No. 1, pp. 268–280. 2013.
- KASTALLI, I.V. LOOY, B.V. **Servitization: Disentangling the impact of service business model innovation on manufacturing firm performance.** *Journal of Operations Management*, Vol. 31, No. 4, pp. 169–180. 2013.
- KUO, T.C; WANG, M.L. **The optimisation of maintenance service levels to support the product service system.** *International Journal of Production Research*, Vol. 50, No. 23, pp. 6691-6708. 2012.
- LI, G.; HUANG, F.F.; T.C.E. CHENG; ZHENG, Q.; JI, P. **Make-or-buy service capacity decision in a supply chain providing after-sales service.** *European Journal of Operational Research*, Vol. 239, No. 2, pp. 377–388. 2014.
- LIN, C-C.; LEE, C-J.; PAN, T-L. **Case Study of Integrated Strategy Development Model for After-Sales Service of Heavy Machinery Industrial.** *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology (IJSRSET)*, Vol. 1, No. 4, pp. 87-92. 2015.
- LONG, H.J; WANG, L.Y; SHEN, J; WU, M.X; JIANG, Z.B. **Product service system configuration based on support vector machine considering customer perception.** *International Journal of Production Research*, Vol. 51, No. 18, pp. 5450-5468. 2013.
- LUITEN, H., KNOT, M. and van der HORSTt, T. **Sustainable product service-systems: the Kathalys method.** *Proceedings of the Second International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*, pp. 190-7. 2001.
- MANZINI, E. VEZOLLI, C. **A strategic design approach to develop sustainable product service systems: examples taken from the ‘environmentally friendly innovation’ Italian prize.** *Journal of Cleaner Production*, Vol. 11, No. 8, pp. 851-857. 2003.

- MAHADEV, I.S.; RAVINDRAN, G. **Quality gaps in after sales service at rural places – a case study of agri-equipment companies**. Indian Streams Research Journal, Vol. 5, No. 8, pp. 1-5. 2015.
- MAXWELL, I. VORST, R.V.D. **Developing sustainable products and services**. Journal of Cleaner Production, Vol. 11, No. 8, pp. 883-95. 2003.
- MEIJKAMP, R. **Changing Consumer Behaviour Through Eco-efficient Services – an Empirical Study of Car Sharing in The Netherlands**. Business Strategy and Environment, Vol. 7, No. 4, pp. 234–244. 1998.
- MICHELIN. 2014 **ANNUAL AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT REPORT**. Disponível em: <http://ebooks.michelin.com/radd-2014-en/>. Acesso em: 26 out. 2016.
- MICHELIN SOLUTIONS. **About us**. Disponível em: <https://www.michelin-solutions.com/>. Acesso em 25 out. 2016.
- MONT, O. **Product service-systems**. Final Report for IIIIEE, Lund University, Lund. 2000.
- MONT, O. **Introducing and developing a PSS in Sweden**. IIIIEE Reports 2001:6, Lund University, Lund. 2001.
- MONT, O. LINDHQVIST, T. **The role of public policy in advancement of product service systems**. Journal of Cleaner Production, Vol. 11, No. 8, pp. 905-914. 2003.
- NEMOTO, Y. AKASAKA, F. SHIMOMURA, Y. **A framework for managing and utilizing product–service system design knowledge**. Production Planning & Control, Vol. 26, No. 14, pp. 1278-1289. 2015.
- ÖZDEMİR, A. ASIL, H. **The Effect of IT on After-sales Service in Small and Medium-Sized Industries**. TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering, Vol. 16, No. 1, pp. 131-135. 2015.
- PHUMBUA, S. TJAHHJONO, B. **Towards product-service systems modelling: a quest for dynamic behaviour and model parameters**. International Journal of Production Research, Vol. 50, No. 2, pp. 425-442. 2012.
- SONG, W. MING, X. HAN, Y. XU, Z. WU, Z. **An integrative framework for innovation management of product–service system**. International Journal of Production Research, Vol. 53, No. 8, pp. 2252-2268. 2015.
- SZWEJCZEWSKI, M. GOFFIN, K. ANAGNOSTOPOULOS, Z. **Product service systems, after-sales service and new product development**. International Journal of Production Research, Vol. 53, No. 17, pp. 5334-5353. 2015.
- TIREPRESS – The website of tyre and wheel professionals (2015). Michelin contributes to 12% fuel saving at Hermes UK. Disponível em: <http://www.tyrepres.com/2015/02/michelin-contributes-to-12-fuel-saving-at-hermes-uk/>. Acesso em: 25 out. 2016.
- TUKKER, A. **Eight types of product service system; eight ways to sustainability? experiences from SUSPRONET**. Business Strategy and the Environment, Vol. 13, No. 4, pp. 246-60. 2004.
- VASANTHA, G.V.A. ROY, R. LELAH, A. BRISSAUD, D. **A review of product–service systems design methodologies**. Journal of Engineering Design, Vol. 23, No. 9, pp. 635-659. 2012
- XING, K. WANG, H.-F. QIAN, W. **A sustainability-oriented multi-dimensional value assessment model for product-service development**. International Journal of Production Reserach, Vol. 51, No.

19, pp. 5908-5933. 2013.

WONG, M. **Implementation of innovative product-service systems in the consumer goods industry**. PhD thesis, Cambridge University, Cambridge. 2004.

## PRÁTICAS DE MEDIAÇÃO: A APLICAÇÃO DO GOOGLE CLASSROOM COMO BASE DA DISCIPLINA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

### **Julio Cesar Ferreira dos Passos**

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade  
de Engenharia Civil  
São Paulo - SP

### **Maria Juliana Goes Coelho da Cruz**

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade  
de Engenharia Civil  
São Paulo - SP

### **Ricardo Venturineli**

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade  
de Engenharia Civil  
São Paulo - SP

### **Simone Seixas Picarelli**

Faculdades Integradas Campos Salles  
São Paulo - SP

**RESUMO:** As tecnologias de informação e comunicação (TICs) estão presentes na grande maioria dos ambientes empresariais, industriais, comerciais e corporativos e a área de formação superior não se isenta da aplicação de tais tecnologias. O curso de engenharia de produção, por possuir temáticas e disciplinas de gestão, mostra-se como uma área fértil para aplicação de tais tecnologias para o aprendizado dos alunos. O principal objetivo deste trabalho é apresentar um modelo prático de aplicação tecnológico no uso de um ambiente virtual de aprendizado (AVA) para ministrar a disciplina de *Lean Six Sigma* aos alunos do curso de

engenharia de produção de uma instituição. Para isso a metodologia de estudo de caso atrelado ao de revisão bibliográfica será utilizado para apresentar a aplicação da disciplina por meio deste ambiente virtual. Espera-se que com esta aplicação os alunos estejam mais engajados na construção do conhecimento conjunto além de obterem os benefícios do ensino a distância em sua formação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologia de Informação, Lean Six Sigma, Ambiente Virtual de Aprendizagem, Ensino a Distância e Metodologia Ativa.

**ABSTRACT:** Information and communication technologies (ICTs) are present in the vast majority of business, industrial, commercial and corporate environments and the area of higher education is not exempt from the application of such technologies. The course of production engineering, because it has thematic and management disciplines, shows itself as a fertile area for the application of such technologies for student learning. The main objective of this work is to present a practical model of technological application in the use of a virtual learning environment (VLE) to teach the discipline of Lean Six Sigma to the students of the production engineering course of an institution. For this, the methodology of case study linked to the bibliographic review will be

used to present the application of the discipline through this virtual environment. It is hoped that with this application students will be more engaged in the construction of joint knowledge in addition to gaining the benefits of distance learning in their course.

**KEYWORDS:** Information Technology, Lean Six Sigma, Virtual Learning Environment, Distance Education and Active Methodology.

## 1 | INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia e a disseminação dos computadores ao redor do mundo a sociedade tornou-se mais conectada recebendo e enviando informações de maneira mais dinâmica e acelerada. Hoje, não é mais incomum presenciar crianças na mais tenra idade manuseando *smartphones* e *tablets* para uso de jogos eletrônicos e redes sociais com o objetivo de se entreterem no mundo virtual.

O mundo corporativo das empresas também não foge a esta regra tendo em seus ambientes totalmente preenchidos de tecnologias de comunicação e gestão para administrar operações nacionais e internacionais no atendimento ao cliente. Diante disso, a área de formação do engenheiro de produção deve estar voltada para que o processo de ensino e aprendizagem seja dotado das mais diversas tecnologias para aplicação de metodologias ativas.

Uma das disciplinas bastante conhecida e ministrada nos cursos de engenharia de produção é a de Sistemas de Produção e uma de suas temáticas que possui aplicabilidade vasta na indústria é a de *Lean Six Sigma*. Nesta perspectiva, existe a oportunidade de oferecer as temáticas desta temática através de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) onde serão alocados materiais e vídeos para que os alunos possam realizar as atividades durante o período da disciplina, além de participarem de processos de avaliação em fóruns de discussão, envio de materiais desenvolvidos e perguntas e respostas realizados.

Embora a flexibilidade do ensino a distância seja um dos benefícios da disciplina oferecida nesta modalidade um dos objetivos do curso é promover a interação e discussão dos alunos através das atividades de fórum que estarão disponíveis no ambiente virtual de aprendizagem (AVA). O conhecimento e aprendizado deve ser construído em conjunto onde os alunos aprendem um com os outros os conceitos apresentados na disciplina.

A passividade dos “estudantes no processo de ensino e aprendizagem onde somente o professor dissemina o conhecimento é foco de muitos estudos ao redor do mundo corporativo e acadêmico” (JIM WU; KEVIN HUANG, 2013, p. 5). Assim, existem diversas discussões e tentativas de tornar o processo mais ativo para que os alunos cheguem ao mercado de trabalho mais preparado ao mercado de trabalho e obtenha sucesso em suas carreiras (TRAUTRIMS; DEFEE; FARRIS, 2016, p. 2).

Para Batalha (2008, p. 24) a formação do engenheiro de produção deve levar em consideração a construção do conhecimento conjunto de maneira que os grupos

possam auxiliar uns aos outros para busca com aprendizado sedimentado nas disciplinas do curso.

A metodologia *Lean Manufacturing* atrelado aos conceitos de *Six Sigma* é largamente disseminado nas empresas e as auxiliam a serem produtivas e menos dispendiosas para atender aos clientes que buscam os seus produtos e serviços (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002, p. 252). Este é o motivo pelo qual esta temática será aplicada junto aos alunos de um curso de educação a distância de engenharia de produção através de um AVA gratuito denominado *Google Classroom*.

## 2 | OBJETIVO

Realizar uma experiência prática e verificar a interação dos alunos no oferecimento da disciplina Sistemas de Produção assuntos de *Lean Six Sigma* através de um ambiente virtual de aprendizagem no curso a distância de engenharia de produção.

## 3 | METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho é o de estudos de casos em conjunto de revisão bibliográfica.

Segundo Yin (2001) estudo de caso é observação e análise do devido conhecimento do objeto alvo de investigação, desta forma descreve de maneira detalhada e ímpar o objeto investigado.

A método científico através da revisão bibliográfica se refere a um conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros – traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista (MARCONI; ; LAKATOS, 2003, p. 52).

## 4 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para Belloni (2001) vivemos num ambiente cada vez mais técnico e menos natural: árvores, animais, riachos, rochas e pedras – a natureza – estão sendo substituídos por automóveis, fliperamas, telefone e videogames, objetos técnicos de todos os tipos e com as mais variadas funções e utilidades.

Melo e Freitas (2010) afirmam que as TICs são conjuntos heterogêneos de dispositivos e recursos tecnológicos usados para comunicar, editar, disseminar, amenizar e gerir informações. As TICs são capazes de serem utilizadas por qualquer pessoa em qualquer parte do mundo e são fundamentadas nas interações sociais e na colaboração entre os participantes, que estão reunidos em um esforço comum de procura de informação, compreensão e aplicação, o que possibilita maiores discussões

sobre diversas temáticas.

A educação a distância (EaD) é uma forma sistematicamente organizada de auto estudo, na qual o aluno se instrui a partir do material que lhe é apresentado. O acompanhamento e a supervisão do estudante são levados a cabo por um grupo de professores. Isto é possível graças à utilização de meios de comunicação capazes de vencer longas distâncias (VIANNEY, 1998).

Segundo Moore (2007) os ambientes virtuais de aprendizagem abordam as relações entre alunos, professores e conteúdo em EaD através de três tipos de interação: aluno/professor, aluno/aluno e aluno/conteúdo.

Na opinião de Landim (1997), a EaD é a modalidade de ensino aprendizagem mais apropriada para reduzir as distâncias e os isolamentos geográficos, psicossociais, econômicos e culturais, caracterizando uma nova revolução na democratização do conhecimento.

A EaD é uma forma de educação que almeja a democratização do conhecimento, pois é uma alternativa pedagógica que permite a educadores e instituições de ensino levar conhecimento, onde este deve estar disponível, para qualquer um disposto a aprender, sem se apegar a estruturas tradicionais de ensino rígidas sem predeterminação de local ou horário (PRETI, 2005).

Com relação a aprendizagem ativa a mesma emerge como um metodologia que se baseia no desenvolvimento de habilidades centradas no aluno, que geralmente é definido como qualquer tipo de abordagem instrucional (atividade) que envolve os alunos na aprendizagem (NOVAIS; SILVA; MUNIZ JR., 2017). Entre essas atividades, há leitura, escrita, trabalho em grupo, discussão entre pares, seminários, debates, casos, simulações, etc.

O desafio do ensino aumentou quando confrontados com os alunos cada vez mais apáticos e diversificada estilos de aprendizagem (WOOD; REINERS, 2012).

Ao contrário das classes tradicionais em que os alunos terminam sendo espectadores passivos do compartilhamento de informações e o professor é o suporte de conhecimento central e dominante as metodologias ativas de aprendizagem não se concentram mais na transmissão de informações e na aquisição de conhecimento (A SIVAN, R. W. LEUNG, 2000; AKILI, 2011; MILTER, 2010).

## 5 | PROCESSO DE INTERVENÇÃO

Para a realização das atividades da disciplina de sistemas de produção e *lean six sigma* foi utilizado como Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) o *Google Classroom*, pois além de ser gratuito na plataforma *Google* bastando para ter acesso, uma conta de e-mail, conforme mostra a figura 1 abaixo.



Figura 1: Plataforma *Google Classroom* utilizada como AVA da intervenção.

Fonte: Arquivo pessoal do autor baseado no *Google Classroom* (2018).

Para que os alunos possam acessar o AVA, o professor de posse dos e-mails dos alunos, envia um convite através da ferramenta de *invite* disponível na plataforma, conforme a figura 2 ilustra.

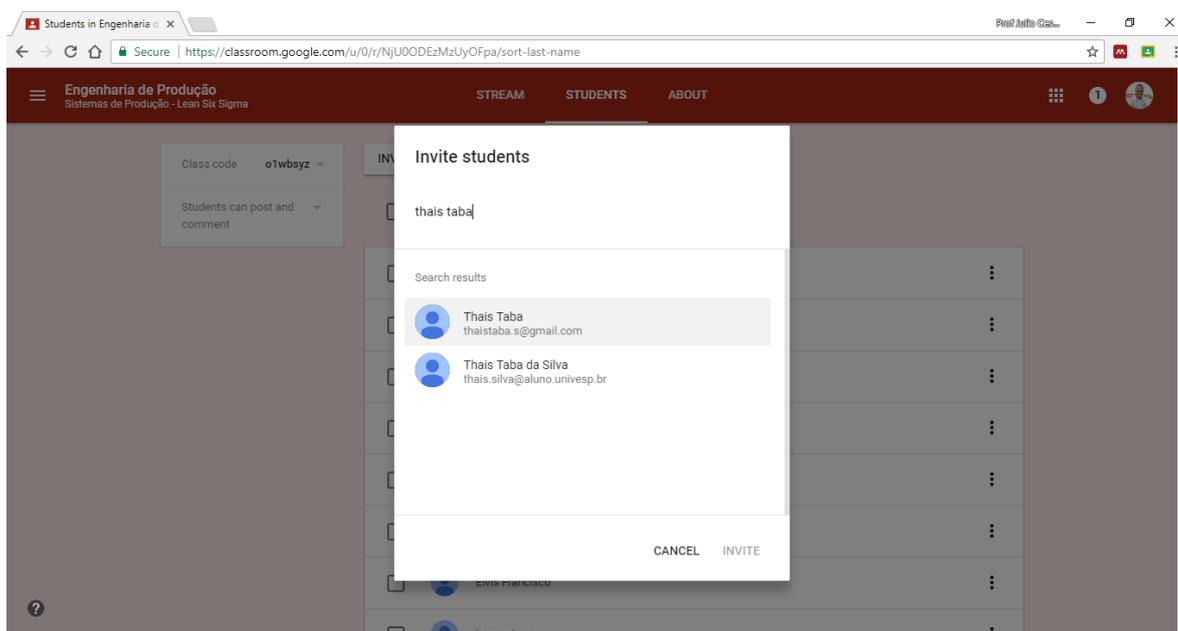


Figura 2: Processo de convite aos alunos para participação no AVA.

Fonte: Arquivo pessoal do autor baseado no *Google Classroom* (2018).

É importante frisar que o aluno e o professor podem tanto acessar a plataforma AVA de maneira gratuita por um computador de mesa, um *tablet*, um *notebook* ou *smartphone*, bastando ter acesso a internet via *wi-fi* ou 3G. A figura 3 ilustra a interface do aplicativo, acessado através de *smartphone*.

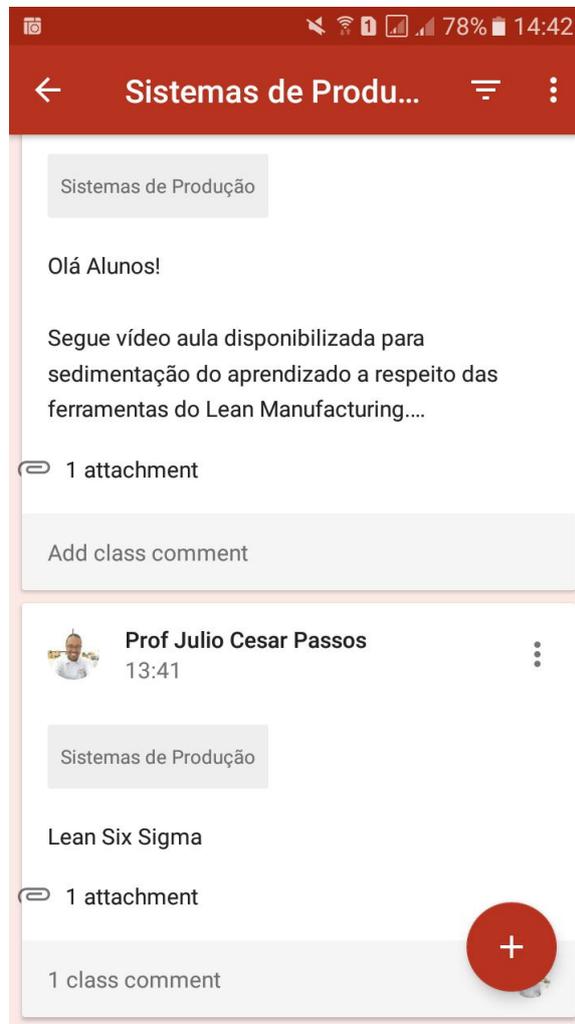


Figura 3: Interface do aplicativo, acessado via *smartphone*.  
Fonte: Arquivo pessoal do autor baseado no *Google Classroom* (2018).

Para preparar o AVA o professor realiza o *upload* dos materiais da disciplina para que os alunos possam realizar as leituras além de vídeos e questionários. A figura 4 ilustra um documento disponibilizado no *Google Classroom* para que seja acessado e lido pelos alunos.

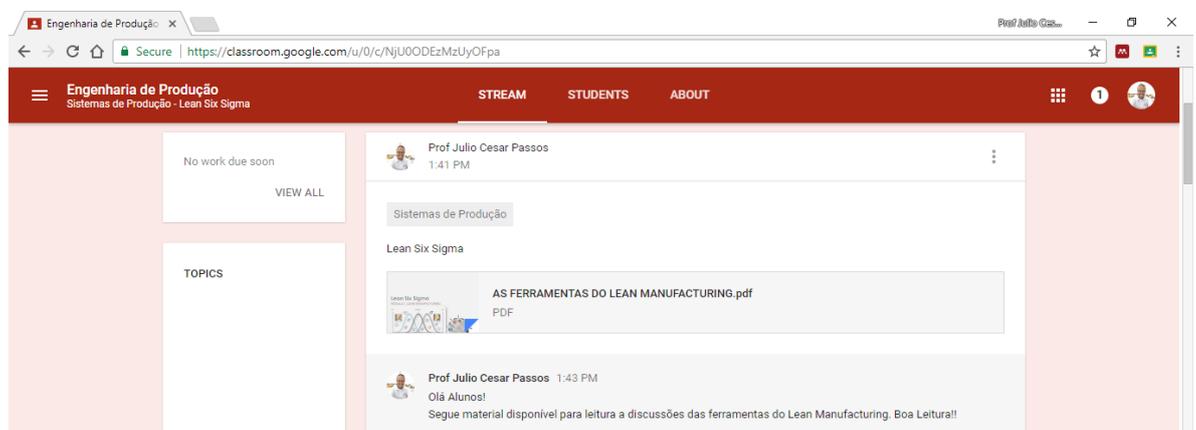


Figura 4: Material disponibilizado na plataforma para acesso dos alunos.  
Fonte: Arquivo pessoal do autor baseado no *Google Classroom* (2018).

Na figura 5 é possível verificar a vídeo aula disponibilizada aos alunos para que possam compreender melhor os conceitos da disciplina.

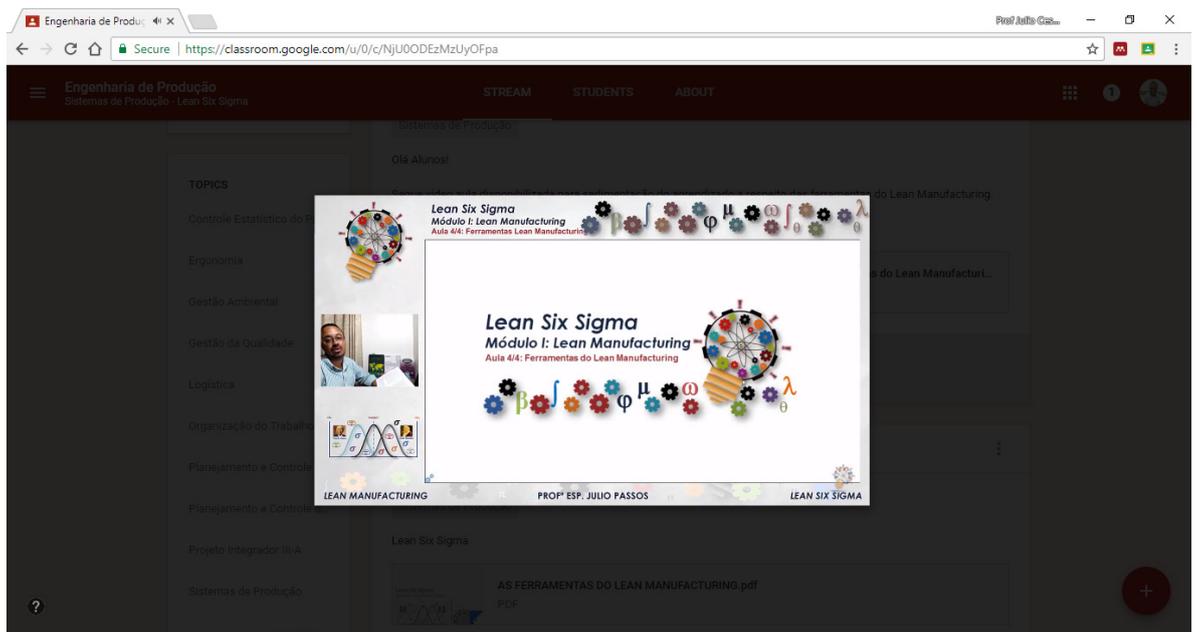


Figura 5: Vídeo aula disponibilizada aos alunos para sedimentação do aprendizado.

Fonte: Arquivo pessoal do autor baseado no *Google Classroom* (2018).

Para avaliação dos conhecimentos prévio dos alunos, foi elaborado uma tarefa de perguntas e respostas para que os alunos pudessem ser avaliados ao longo da disciplina, conforme pode ser visto na figura 6 abaixo.

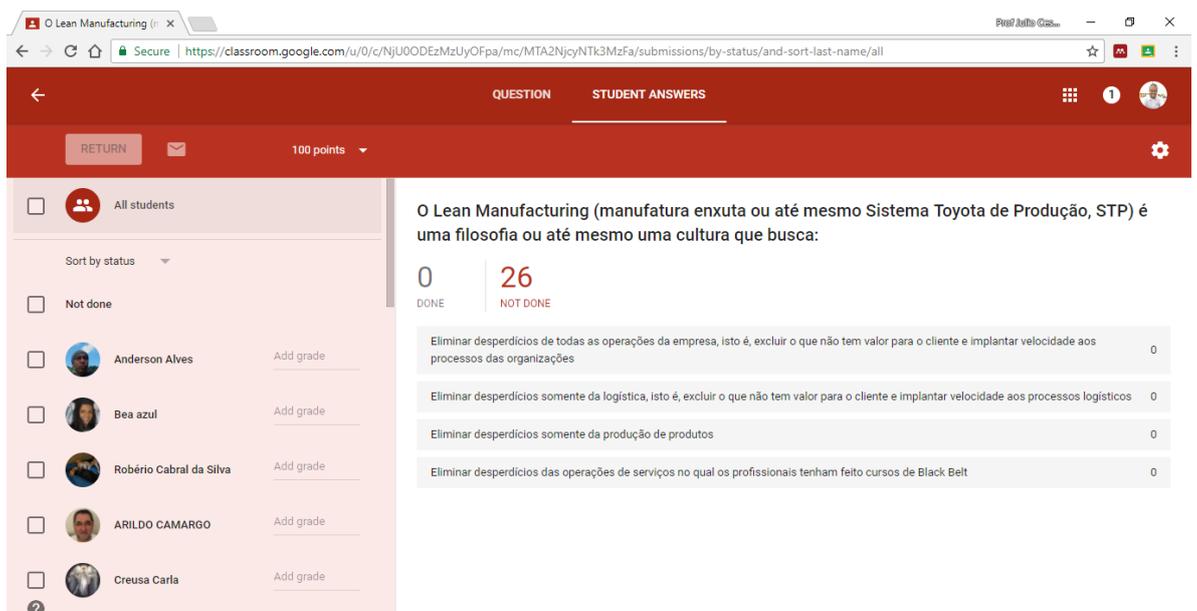


Figura 6: Questões disponibilizada para os alunos responderem.

Fonte: Arquivo pessoal do autor baseado no *Google Classroom* (2018).

Após a resposta dos alunos, é possível verificar a quantidade de erros e acertos

dos mesmos para que o professor possa direcionar esforços no que o aluno realmente necessita para melhorar seu aprendizado.

Além disso, para avaliar o aprendizado dos alunos, além da ferramenta de perguntas e respostas, o professor aloca questões para que sejam respondidas de maneira aberta pelos alunos conforme mostra a figura 6 abaixo.

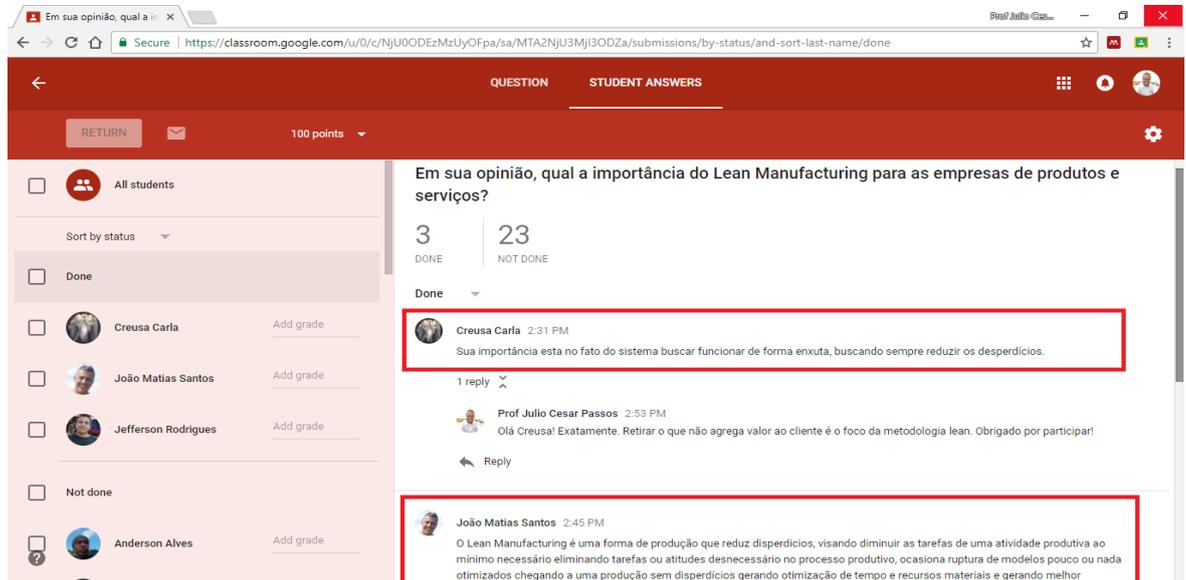


Figura 7: Interação dos alunos por meio de discussão de questões abertas no AVA.

Fonte: Arquivo pessoal do autor baseado no *Google Classroom* (2018).

A interação dos alunos é algo que chama a atenção durante as dinâmicas realizadas na plataforma, onde cada um deles pode expressar sua opinião e aprender simultaneamente com a resposta do outro. Atividades de fórum auxiliam muito no processo de compartilhamento de informações melhorando o aprendizado dos alunos.

O professor pode interagir com os alunos complementando as ideias e realizando novas perguntas que achar pertinente com o objetivo de melhorar a sedimentação dos conceitos e levar os alunos a pensar na melhoria da resposta, conforme mostra a figura 8.

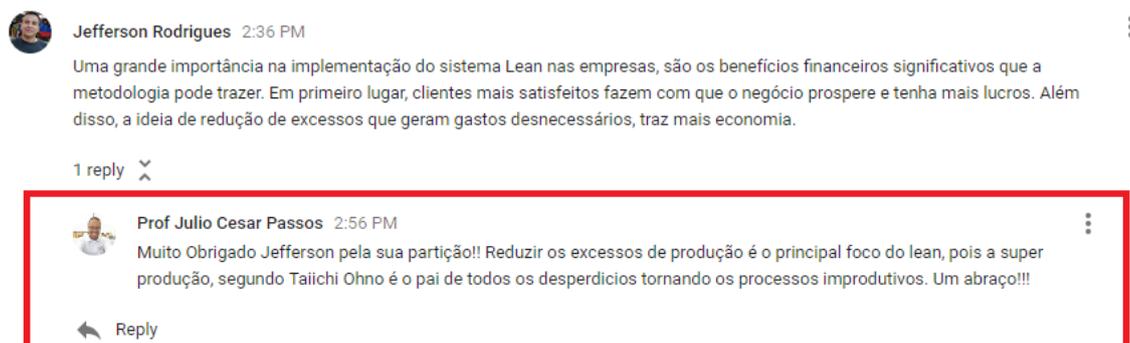


Figura 8: Interação dos alunos por meio de discussão de questões abertas no AVA.

Fonte: Arquivo pessoal do autor baseado no *Google Classroom* (2018).

Ao final da atividade o AVA disponibiliza um campo para atribuição de notas para que seja enviada aos alunos que participaram da atividade de fórum, conforme mostra a figura 9 abaixo.

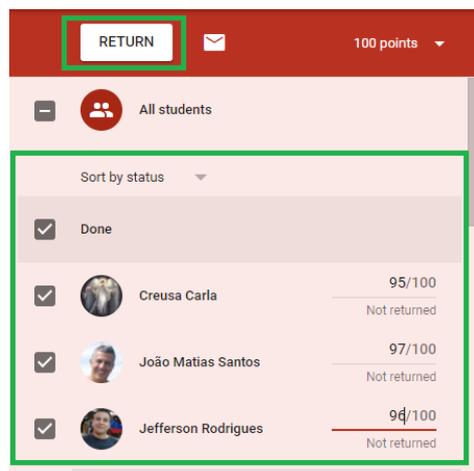


Figura 9: Atribuição de nota e envio de *feedback* aos alunos.

Fonte: Arquivo pessoal do autor baseado no *Google Classroom* (2018)

Após a atribuição de notas realizada pelo professor o mesmo aciona o botão “Return”, mostrado na figura 9 e o aluno recebe a sua nota por e-mail juntamente com o respectivo *feedback*.

## 6 | ANÁLISE DO AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM (AVA) GOOGLE CLASSROOM

Algumas limitações da plataforma estão ligadas ao tempo tomado entre a postagem das respostas e a visualização das mesmas, exigindo que a internet seja de boa qualidade. Existe também atraso na informação quando o aluno está utilizando o 3G como conexão durante a participação gerando atraso na resposta.

Alguns alunos, mesmo estando cadastrados na plataforma e de posse de conexão com a internet de boa qualidade não conseguiram realizar as atividades. A plataforma gerou erro dizendo que o aluno não possuía permissão ou não estava na turma.

Um dos pontos positivos da plataforma é a flexibilidade oferecida ao aluno podendo se conectar de qualquer lugar para a realização das atividades e leituras pertinentes à disciplina. O fato de ser uma ferramenta disponibilizada gratuitamente favorece maior acessibilidade aos alunos, em especial, na educação a distância.

A plataforma é muito flexível quanto ao recebimento de materiais em qualquer formato além de ter acessibilidade com diversas ferramentas com a base google tais como *Google Drive*, *Google Docs* e *YouTube*.

## 7 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Durante a disciplina observou-se motivação dos alunos em participar das atividades de fórum e construir conhecimento conjunto. A possibilidade de acessar os materiais a qualquer momento em seus dispositivos móveis também motivou a realizar o processo de aprendizado de forma mais flexível.

De maneira geral, pode-se, com o uso da aprendizagem ativa no ensino a distância do curso de engenharia de produção elencar os seguintes resultados:

- Motivação dos alunos que participam dos encontros virtuais;
- Melhora na habilidade dos alunos em operar ferramentas e aplicativos virtuais;
- Flexibilização na participação do aluno durante as aulas oferecendo a oportunidade de se conectar e assistir aos conteúdos;
- Tornar o aluno o centro da aprendizagem tornando coadjuvante na absorção dos conteúdos;
- Oferecer acessibilidade e inclusão para alunos que por algum motivo não podem estar presentes fisicamente nas aulas;
- Desenvolvimento da atitude dos alunos quanto a interação de trabalho em grupo e;
- Desenvolvimento de protocolos e procedimentos de dinâmicas virtuais aplicadas junto aos alunos para que outros professores realizem tais dinâmicas.

Observa-se também um campo vasto de aplicação deste tipo de ferramenta gratuita na educação dos alunos de engenharia de produção, uma vez que uma pequena parcela dos alunos relatou ter conhecimento da utilização do *Google Classroom* nas instituições onde já frequentaram.

Embora alguns problemas técnicos possam ter sido presenciados durante a aplicação da disciplina, os alunos aprovaram o uso da ferramenta para que possa ser utilizada com mais regularidade nos cursos superiores.

## REFERÊNCIAS

A SIVAN, R. W. LEUNG, C. C. W. AND D. K. **An implementation of active learning and its effect on the quality of student learning.** *Innov. Educ. Train. Int.*, v. 37, p. 8, 2000.

AKILI, W. **On implementation of problem-based learning in engineering education:** Thoughts, strategies and working models. *Front. Educ. Conf. FIE*, p. 4, 2011.

BATALHA, M. O. **Introdução à Engenharia de Produção.** 9ª Edição ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

BELLONI, M. L. **O que é mídia-educação?** Campinas: Coleção Polêmicas do Nosso Tempo, 2001.

JIM WU, Y. C.; KEVIN HUANG, S. **Making on-line logistics training sustainable through e-learning.** *Computers in Human Behavior journal*, p. 6, 2013.

- LANDIM, C. M. DAS M. P. F. **Educação à distância**: algumas considerações. Rio de Janeiro: [s.n.].
- MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos De Metodologia Científica**. 5. ed. [s.l: s.n.].
- MELO, S., FREITAS, D.; CHAGAS, I. **Educação sexual e formação de professores com o uso das TIC no Brasil e em Portugal**: Algumas interfaces. Linhas, v. 11, n. 1, p. 12, 2010.
- MOORE, MICHAEL; KEARSLEY, G. **Educação a Distância**: Uma visão integrada. São Paulo: Thomson, 2007.
- NOVAIS, A. S. DE; SILVA, M. B.; MUNIZ JR., J. **Strengths, Limitations and Challenges in the Implementation of Active Learning in an Undergraduate Course of Logistics Technology**. International Journal of Engineering Education, v. 33, n. 3, p. 1060–1069, 2017.
- PRETI, O. **Educação a Distância**: construindo significados. Brasília: [s.n.].
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2ª Edição ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.
- TRAUTRIMS, A.; DEFEE, C.; FARRIS, T. **Preparing business students for workplace reality using global virtual teams in logistics and SCM education**. The International Journal of Logistics Management, v. 27, n. 3, p. 886–907, 2016.
- WOOD, L. C.; REINERS, T. **Gamification in Logistics and Supply Chain Education**: Extending Active Learning. IADIS International Conference on Internet Technologies & Society, p. 101–108, 2012.
- YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. [s.l: s.n.]. v. 2.

## SOLUÇÃO TECNOLÓGICA EM REALIDADE VIRTUAL PARA TREINAMENTO DE ATLETAS PARALÍMPICOS: O CASO DO TREINA+

**Bernardo Vasconcelos de Carvalho**

B2ML Sistemas

Itajubá - MG

**Luiz Guilherme Rodrigues Antunes**

Instituto Federal de Minas Gerais – Campus

Formiga (IFMG)

Formiga - MG

**RESUMO:** Diversos estudos têm apontado os benefícios da prática esportiva por pessoas com deficiência. Dentre elas destaca-se melhoria das condições físicas, humor, vida afetiva e social, integração do deficiente na sociedade e na qualidade de vida do deficiente. Entretanto, pessoas com deficiência ainda se encontram com dificuldades para iniciar e se manter no esporte, sobretudo o paraolímpico. A união do esporte com a tecnologia, por meio da tecnologia assistiva, pode ser uma grande potencialidade de auxiliar as pessoas com deficiências a se manter firme. Desse modo, o presente artigo tem como objetivo apresentar uma solução tecnológica, em realidade virtual, que permita o treinamento de atletas paralímpicos. A construção dessa solução tecnológica (Treina+) se pautou na metodologia do PMBoK. Como resultados, o Treina+ pode ser utilizado para o treinamento de atletas paralímpicos visando a melhora nas atividades de força, agilidade, resistência, flexibilidade,

reação e cardiovascular. Destaca-se também a aceitação das pessoas com deficiência acerca da efetividade do uso do equipamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Paraolimpíadas. Pessoas com deficiência. Tecnologia Assistiva.

**ABSTRACT:** Several studies have pointed out the benefits of sports practice by people with disabilities. Among them, improvement of the physical conditions, humor, affective and social life, integration of the handicapped in society and in the quality of life of the handicapped. However, people with disabilities still find it difficult to start and stay in the sport, especially the Paralympic. The combination of sport and technology, through assistive technology, can be a great potential to help people with disabilities stay strong. Thus, the present article aims to present a technological solution, in virtual reality, that allows the training of Paralympic athletes. The construction of this technological solution (Treina+) was based on the PMBoK methodology. As a result, Treina+ can be used for the training of paralympic athletes aiming at improving strength, agility, endurance, flexibility, reaction and cardiovascular activities. It also highlights the acceptance of people with disabilities about the effectiveness of the use of the equipment.

**KEYWORDS:** Paralympics. People with disabilities. Assistive Technology.

## 1 | INTRODUÇÃO

As pessoas com deficiência têm utilizado, desde 1940, o esporte como uma ferramenta terapêutica que auxilia na superação das complicações de saúde, nas deficiências consideradas como secundárias e em sua sobrevivência. Assim, o mundo esportivo tem se destacado por promover a inclusão social de forma ampla, abrangendo os corpos que se encontram fora dos padrões de normalidade (físicas, fisiológicas, comportamentais e sociais) estipulados por grupos sociais hegemônicos (MAUERBERG-DECASTRO; CAMPBELL; TAVARES, 2016; ABREU et al., 2015; MARQUES et al., 2009).

Desse modo, o engajamento das pessoas com deficientes nas práticas esportivas tem sido reconhecido como um protocolo vital para sua reabilitação e inserção na sociedade. No entanto, foi a partir da Lei 11.438, que dispõe sobre incentivos e benefícios para fomentar as atividades de caráter desportivo, que se proporcionou maior crescimento e importância na oferta de diferentes modalidades esportivas, bem como maior adesão ao esporte adaptado (MAUERBERG-DECASTRO; CAMPBELL; TAVARES, 2016; ABREU et al., 2015; CAVAZZONI; BASTOS; KURLE, 2010; BRASIL, 2006).

Mesmo com o crescimento do esporte no Brasil e no mundo, sobretudo o paralímpico, pessoas com deficiência ainda se encontram com dificuldades para iniciar e se manter no esporte. Faltam infraestruturas básicas para a realização dos esportes, transporte, acessibilidade, apoio financeiro e social, cobertura da mídia limitada, patrocínios, questões éticas e *doping*, lesões desportivas, disposições para aposentadoria e acesso restrito a equipamentos desportivos e tecnologia assistiva (MAUERBERG-DECASTRO; CAMPBELL; TAVARES, 2016; MEDEIROS, 2014; CARDOSO, 2011).

Sobre esse último, as tecnologias assistivas (TA) podem ajudar a reduzir as barreiras as atividades físicas. Desse modo, as TAs se constituem de uma área do conhecimento, interdisciplinar, que envolve produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que findam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacitadas ou com mobilidade reduzidas, buscando proporcionar autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (TOMIO et al., 2014; CAT, 2007).

A TA tem seu enfoque principal em atender os requisitos do usuário (pessoa com deficiência), proporcionando-a maior qualidade de vida, além de mobilidade física e/ou sensorial. Quando aplicado ao contexto dos esportes, esses desenvolvimentos tecnológicos podem ser controversos e fontes de grandes discussões. Assim, as tecnologias necessitam combinar os requisitos individuais dos atletas com o esporte, afim de que os mesmos maximizem seus desempenhos com segurança. Além disso, quando considerados as competições como paraolimpíadas, tais tecnologias

necessitam ser adaptadas as regras provenientes das modalidades paralímpicas (TOMIO et al., 2014; ABREU et al., 2015; BURKETT, 2010)

Como resultados, muitos benefícios podem advir dessa união (esporte mais tecnologia). Destaca-se a melhoria das condições físicas, humor, vida afetiva e social, integração do deficiente na sociedade e na qualidade de vida do deficiente (MEDEIROS, 2014).

Sob esse contexto, o objetivo principal desse artigo é apresentar uma solução tecnológica, em realidade virtual, que permita o treinamento de atletas paralímpicos. Assim, essa solução tecnológica foi intitulada de Treina+, e se forma pela união de *software* e *hardware*, permitindo a interação do atleta com imagens projetadas em uma parede. Esta tecnologia permite otimizar e diferenciar os treinamentos de força, agilidade, resistência, flexibilidade e reação dos atletas, bem como auxiliar no treinamento cardiovascular dos mesmos.

Como justificativa para o desenvolvimento de tal equipamento tem-se a questão social, tecnológica e mercadológica. Ao que se refere ao social, o equipamento impacta no (a): (i) desempenho superior dos atletas paralímpicos, sobretudo os atletas brasileiros, o que acarreta em maior integração do deficiente na sociedade; (ii) acessibilidade; (iii) maior profissionalização do esporte; e (iv) aplicabilidade e efetividade das leis para pessoas com deficiência, como o Decretos 3.298 (BRASIL, 1999) e 6.949 (BRASIL, 2009) e o Decreto Lei 186 (BRASIL, 2008). Como impacto tecnológico, destaca-se sua inovação tecnológica, comportando-se como equipamento genuinamente brasileiro. Tal aspecto é relevante a medida que, segundo Soares et al. (2017), muitos TAs comuns no Brasil são de natureza estrangeira ou tem em grande parte seus componentes importados. Segundo os autores, isso pode ocasionar, também, a inviabilidade da aquisição das TAs por causa dos seus altos valores de compra. Já como impacto mercadológico, tal solução não apresenta similares no mercado, tornando único e proporcionando a abertura de novos mercados. Sua singularidade pode ser confirmada segundo o Catálogo Nacional de Produtos de Tecnologia Assistiva; o Catálogo FORTEC de Tecnologia Assistiva; e a base de dados de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

Por fim, além dessa introdução, o artigo está dividido em mais quatro seções. O tópico seguinte aborda o esporte adaptado, com enfoque no esporte paraolímpico. Posteriormente são apresentados a metodologia de desenvolvimento do Treina+. A quarta seção apresenta a solução tecnológica. E, por último seguem as considerações finais.

## 2 | ESPORTE PARALÍMPICO

Diversos estudos apontam que, para os indivíduos que são deficientes, a prática de esportes pode ser uma estratégia significativa para a sobrevivência no pós-hospital.

Além dos diversos benefícios apontados na literatura (Medeiros, 2014), o esporte proporciona oportunidades para as pessoas com deficiência como o empoderamento e alcance da excelência no desempenho esportivo (MAUERBERG-DECASTRO; CAMPBELL; TAVARES, 2016).

Assim, segundo Marques et al. (2009) o esporte paraolímpico tem em sua gênese na motivação pelo senso de reabilitação e inclusão social do indivíduo deficiente. Tal gênese se diferencia do esporte olímpico à medida que o esporte olímpico tem sua motivação atrelada a conformações sociais ligadas a difusão de valores morais e da inclinação da sociedade em controlar a violência, principalmente em relação aos jogos populares. Segundo os mesmos autores, essas diferentes origens permitem afirmar que ambos os fenômenos (paraolímpico e olímpico) são determinados por princípios distintos, o que em outras palavras significa que cada fenômeno tem características próprias, tornando-os originais, sendo que convergem somente na herança comum dos fundamentos do esporte moderno.

Ainda ao que se concerne sua a gênese, o esporte adaptado teve o primeiro registro da sua aparição em 1871, na *School of Deaf*, em Ohio (Estados Unidos), com a aplicação do beisebol aos alunos surdos da mesma escola. Posteriormente, em 1888, clubes esportivos para pessoas surdas surgiram em Berlim (Alemanha). Após a I Guerra Mundial, por volta de 1918, soldados alemães com deficiência física adquiridos nas batalhas iniciaram práticas de tiro e arco e flecha. No entanto, foi após a II Guerra Mundial, em 1944, que a prática esportiva por pessoas com deficiência física se cristalizou como tratamento. Assim, o Neurologista alemão Dr. Ludwig Guttmann, a pedido do Governo Britânico, estabeleceu o hospital de *Stoke Mandeville*, na cidade de Aylesbury, um centro de tratamento de feridos na guerra (MEDEIROS, 2014; MARQUES et al., 2009; SENATORE, 2006; WINNICK, 2004).

No seu tratamento Dr. Guttmann tinha com as práticas esportivas o objetivo de auxiliar na reabilitação física dos soldados, porém com o decorrer do tempo, o mesmo percebeu que o esporte também auxiliava na melhoria do estado psicológico e na interação social do paciente. Dessa forma, com o intuito de divulgar suas descobertas, e ao mesmo tempo homenagear seus pacientes, Guttmann idealizou os Jogos de *Stoke Mandeville*. O evento ocorreu em sua primeira edição em 29 de julho de 1948, com 20 atletas na modalidade de arco e flecha (MEDEIROS, 2014).

Porém, foi somente em 1960, com a ajuda de Antônio Maglio, amigo do Dr. Guttmann, que se realizou o Jogos de *Stoke Mandeville* na cidade de Roma (Itália). Nesse mesmo ano ocorreu a XVI Olimpíadas, e as instalações desse grande evento foram utilizadas para realizarem os jogos para pessoas com deficiência. Denominou-se, portanto, as Olimpíadas dos Portadores de Deficiência, o qual obteve uma excelente aceitação mundial e a partir de então se integrou na programação dos jogos olímpicos, com suas devidas adaptações. Quatro anos mais tarde, em Tóquio (Japão), as Olimpíadas dos Portadores de Deficiência passaram a se chamar de Jogos Paralímpicos, com a fusão das palavras paraplegia e olímpico. Posteriormente, o

termo paraolímpico alterou-se, derivando-se da proposição grega “*para*” que arremete ao termo “ao lado, paralelo” e “*olímpico*” referenciando a ocorrência próprios jogos olímpicos (MEDEIROS, 2014; MARQUES, 2009).

Após cinco décadas as paraolimpíadas já aconteceram diversas vezes, denominadas ora de jogos de inverno ora de verão. A Tabela 01 apresenta as respectivas edições dos jogos paralímpicos de inverno e verão.

Jogos Paralímpicos de Verão		Jogos Paralímpicos de Inverno	
Edição	Cidade-Sede	Edição	Cidade-Sede
1960	Roma (Itália)	1976	Örnsköldsvik (Suécia)
1964	Tóquio (Japão)	1980	Geilo (Noruega)
1968	Tel Aviv (Israel)	1984	Innsbruck (Áustria)
1972	Heidelberg (Alemanha Ocidental)	1988	Innsbruck (Áustria)
1976	Toronto (Canadá)	1992	Albertville (França)
1980	Arnhem (Países Baixos)	1994	Lillehammer (Noruega)
1984	Stoke Mandeville (Reino Unido) e Nova York (EUA)	1998	Negano (Japão)
1988	Seul (Coreia do Sul)	2002	Salt Lake City (EUA)
1992	Barcelona (Espanha)	2006	Turim (Itália)
1996	Atlanta (EUA)	2010	Vancouver (Canadá)
2000	Sydney (Austrália)	2014	Sóchi (Rússia)
2004	Atenas (Grécia)	2018	Pyeongchang (Coreia do Sul)
2008	Pequim (China)	2022	Pequim (China)
2012	Londres (Reino Unido)		
2016	Rio de Janeiro (Brasil)		
2020	Tóquio (Japão)		

Tabela 01 – Jogos Paralímpicos ocorridos no mundo

Fonte: Comitê Paraolímpico Internacional (IPC, 2017)

Ademais, os atletas paralímpicos muitas vezes apresentam desempenhos espetaculares. Tal fator contribuiu para tornar os Jogos Paralímpicos o segundo maior evento do mundo. Assim, constantemente aumenta o número de atletas participantes do evento, bem como o número de países. O Figura 01 apresenta essa evolução (MAUERBERG-DECASTRO; CAMPBELL; TAVARES, 2016).

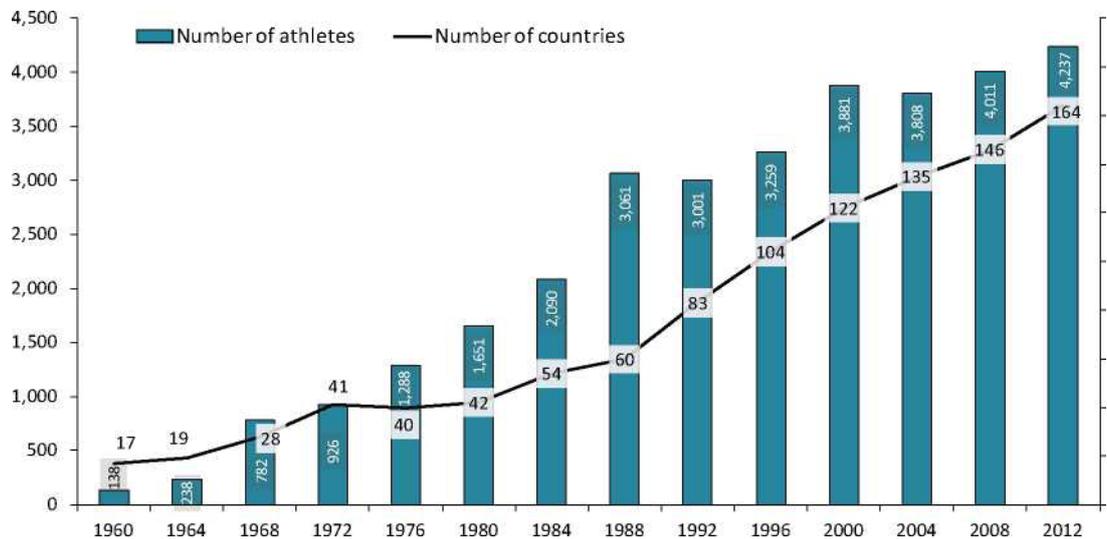


Figura 01 – Participação de atletas e países nas paraolimpíadas

Fonte: Mauerberg-DeCastro, Campbell e Tavares (2016).

No entanto, conforme apontam Mauerberg-DeCastro, Campbell e Tavares (2016), os resultados das paraolimpíadas ainda se concentram em poucos países como os EUA, Canadá, Alemanha, China e Austrália. Tal resultado está atrelado a falta de investimentos tanto públicos, como fornecimento de infraestrutura básica para treinamentos, baixo incentivo ao desenvolvimento de tecnologias assistivas, acessibilidade, transporte e outros, quanto privado, como falta de patrocínio e acesso midiático. Partindo desses aspectos, que se desenvolveu o Treina+. Na próxima seção será abordado o processo metodológico do qual a solução tecnológica foi desenvolvida.

### 3 | MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Para cumprir o objetivo deste artigo, utilizou de métodos envolvendo a gestão de projetos. Dessa forma, a natureza da pesquisa se classifica como pesquisa aplicada, uma vez que o conhecimento gerado é aplicado na prática orientada para a resolução de problemas específicos do mundo real. Além disso, as pesquisas aplicadas se diferenciam das pesquisas básicas, por estarem mais envolvidas com objetivos comerciais, ou seja, para o desenvolvimento de novos processos ou produtos focando nas necessidades de mercado (PRODANOV; FREITAS, 2013; APPOLINÁRIO, 2009).

Assim, para desenvolver o Treina + seguiu-se as orientações da metodologia *Project Management Body of Knowledge* (PMBok). Assim, o objetivo do PMBoK é “identificar e condensar conhecimentos, visões e práticas aplicáveis à maioria dos projetos na maior parte do tempo, de forma que a aplicação correta dessas habilidades, ferramentas e técnicas contribuam para o aumento das chances de sucesso nos projetos” (RIBEIRO JUNIOR; SILVA, 2006, p. 01).

Segundo PMBoK (2004) sua metodologia se divide em cinco etapas principais: (i) Iniciação, que consiste em conseguir o comprometimento e autorização para o início do

projeto; (ii) Planejamento, se refere a definir os objetivos do projeto e os meios ótimos para o cumprimento dos mesmos; (iii) Execução, está associada a coordenação de pessoas e recursos para realizar o que foi realizado na etapa anterior – planejamento; (iv) Controle, busca monitorar o progresso do projeto, identificando suas variações afim de corrigi-las; e (v) Encerramento, que consiste na formalização e aceitação do projeto, bem como encerra-o.

Nesse sentido, a fase de iniciação do projeto consistiu de na realização de acordos entre a Empresa Executora do Projeto, a Organização Não Governamental Caravela, Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e órgãos de fomento (Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG). Nesse momento foram realizados os termos de abertura e estipulação das participações dos envolvidos no projeto. A fase de planejamento incluiu a estrutura analítica do projeto, no qual foram divididas as atividades específicas e suas respectivas entregas. Após definida as atividades efetuou-se o cronograma, as métricas de acompanhamento do projeto e os riscos que o projeto estava sensível a obter. Buscou-se nessa parte maior aprofundamento do projeto, como a revisão do estado da arte sobre a problemática das pessoas com deficiência, bem como das tecnologias a serem utilizadas. Por fim, estabeleceu-se a equipe de execução do projeto, que se compôs por um coordenador geral e um coordenador técnico (ambos da empresa executora), dois bolsistas, e três pesquisadores associados da UNIFEI. Ao longo do projeto, houve a mudança dos dois bolsistas e a inclusão de mais cinco pesquisadores associados ligados à empresa executora.

A etapa posterior, execução, envolveu a realização do Treina+. Assim, a transição de uma etapa para outra envolveu, na maioria das vezes, a transferência técnica ou entrega de resultados para a coordenação do projeto. As entregas foram analisadas para definir eventuais trabalhos adicionais ou validar a conclusão da etapa realizada. Também foram entregues os registros da execução do projeto. Junto a etapa de execução, estava a etapa de controle e monitoramento, em que qualquer alteração efetuada no produto foi comunicada ao coordenador do projeto e atualizado a modelagem utilizada. Além disso, o acompanhamento do cronograma e dos riscos e coleta das métricas do projeto também foram realizadas. Por fim, a última etapa, encerramento, se deu pela elaboração do relatório técnico final, relatório dos pesquisadores e início da comercialização da solução. Ressalta-se que o presente artigo se enquadra nessa última fase.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Treina+ é formado pela união de *software* e *hardware* que permite a interação do atleta com imagens projetadas em uma parede. Esta tecnologia une um projetor de imagens, sensores de movimento de alto desempenho e um sistema de interfaces de grande fidelidade. Com a captação dos movimentos dos atletas é possível interagir

com superfícies (como paredes, muros, etc.) de forma que o atleta possa simular seu treinamento esportivo. Ademais, a tecnologia permite que o mesmo possa otimizar e diferenciar seu treinamento quanto a força, agilidade, resistência, flexibilidade e reação, bem como cardiovascular.

A inovação principal do Treina+ está associado com a interação do atleta com a projeção de imagens em uma tela da forma mais real possível. Assim, o projetor projeta na parede vários sinais luminosos que são disparados em sequência conforme diferentes posições e velocidades. Destaca-se também que o conjunto de *software/hardware* consegue captar os movimentos realizados pelos atletas. O *hardware* é composto por um projetor de imagens de alta definição e uma câmera de alta fidelidade para captar o movimento dos atletas. A Figura 02 mostra a interface do sistema.

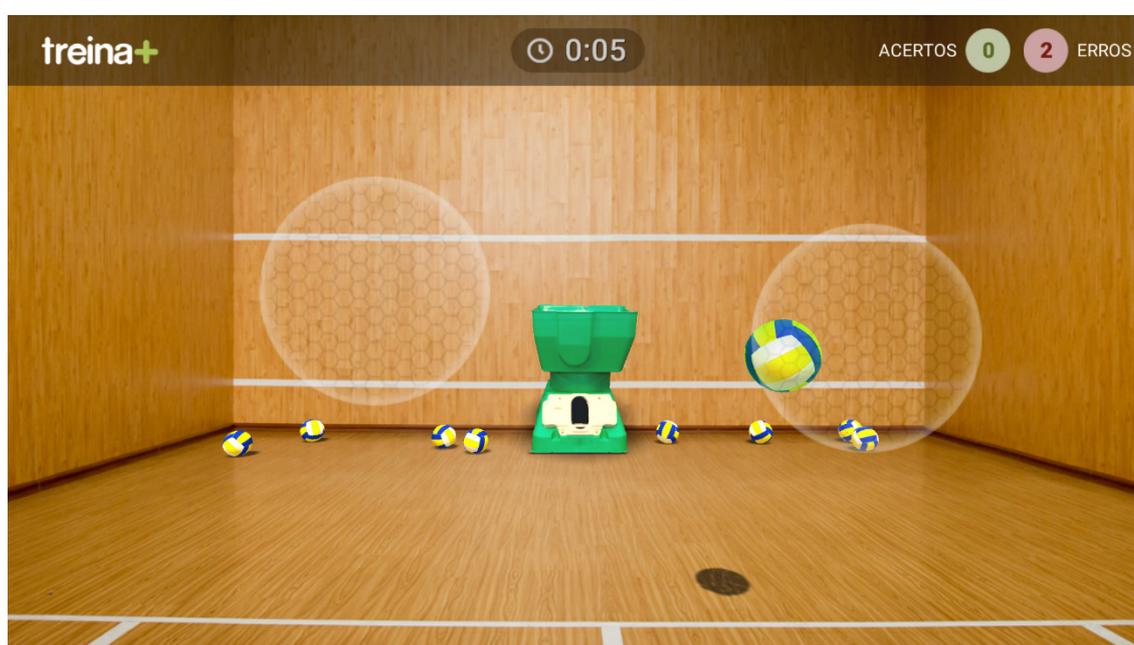


Figura 02 – Interface do sistema utilizado pelos atletas.

Fonte: dados do projeto

O Treina + pode ser utilizado para treinar pequenos grupos de atletas, visando aumentar a interação e o entrosamento do grupo ou realizar programas de treinamentos individualizados, respeitando as características singulares dos atletas e desenvolver suas habilidades. O uso da interação através de imagens projetadas em uma parede será largamente utilizado na fase de treinamento de coordenação fina e ainda permite melhor coordenação olho - mão dos atletas cadeirantes; melhor desenvolvimento neurológico; com baixíssimo risco de lesões; sendo muito bem adaptável a qualquer idade e grau de habilidade na modalidade esportiva.

Este sistema ameniza e de certa forma resolve um dos grandes problemas dos treinamentos dos atletas paralímpicos, que é a falta de outras pessoas com deficiência que estão adeptas do mesmo esporte. Normalmente, um atleta paraolímpico treina em recintos e ginásios onde ele não encontra outros atletas de sua mesma categoria.

É importante destacar que o Treina+ está focado nas seguintes modalidades: (a) basquetebol em cadeira de rodas; (b) esgrima em cadeira de rodas; (c) *rugby* em cadeira de rodas; (d) tênis em cadeiras de rodas; e (e) voleibol sentado. No entanto, outras modalidades esportivas também poderão ser atendidas.

Se faz necessário, também, apontar que na fase de testes a solução foi bem aceita pelos deficientes, conforme indicam alguns comentários: “*Deu certo. Até para um parálítico, anda bem.... (risos). Dá pra fazer certinho*” (Atleta 1); “*Achei massa. Apanhei no conheço se acostumou. De cara foi difícil.*” (Atleta 2); “*Gostei. Achei ótimo. Mas eu tenho que treinar mais pra melhorar o controle.*” (Atleta 3); “*Achei o cenário muito bom. Deu mesmo impressão de estar dentro de uma sala virtual*” (Atleta 6); “*Achei mais interessante o treinamento de reflexo. A profundidade é bem-feita. Mas o comando da mão está lento.*” (Atleta 7).

Tais trechos apontam para a efetividade do equipamento, bem como a aceitação do uso do equipamento pelo público alvo. Além disso, a própria solução estimula os mesmos a superar suas limitações, conforme aponta o Atleta 3.

Além da aceitação dos mesmos em relação ao Treina+, algumas indicações de melhoria também foram resultantes da etapa de teste: “*Certos golpes não deram certo*” (Atleta 4); “*Tempo de resposta está lento. Isso tem que ser acelerado*” (Atleta 5). Tais indicações foram direcionadas a equipe de elaboração do *software* afim de realizar as devidas correções. A Figura 03 mostra o momento da utilização do sistema por um atleta paraolímpico de alto desempenho.



Figura 03 – Momento do treinamento

Fonte: dados do projeto

Conforme apresentado, é possível afirmar que o Treina+ é uma solução tecnológica que visa, a primeiro momento, o treinamento de atletas paralímpicos segundo as limitações do usuário. Esse aspecto é consoante com os argumentos de Mauerberg-deCatro, Campbell e Tavares (2016), Medeiros (2014) e Cardoso (2011) de que o

deficiente ainda encontra dificuldades para se iniciar e manter no esporte, sobretudo por infraestrutura básica para a realização de esportes, transportes, acessibilidade, apoio financeiro, patrocínio, ética, acesso a equipamentos desportivos, tecnologia assistiva e outros.

Por fim, indiretamente, o equipamento proporciona dignidade ao deficiente por também propiciar a inserção do mesmo na sociedade por meio de um tratamento terapêutico. Tal pressuposto se encontra convergente com Mauerberg-deCatro, Campbell e Tavares (2016), Abreu et al. (2015), Cvazzoni, Bastos e Kurle (2010) e Brasil (2006).

## 5 | CONCLUSÃO

O presente artigo apresentou uma solução tecnológica, em realidade virtual, que permite o treinamento de atletas paralímpicos. O Treina+ visa a melhora nas atividades de força, agilidade, resistência, flexibilidade, reação e cardiovascular. O equipamento permite maior entrosamento do grupo ao realizar programas de treinamento ou potencializar os treinamentos individuais conforme as necessidades do usuário. Destaca-se entre os benefícios do equipamento, além da incitação à inclusão de pessoas com deficiência, a possibilidade de um melhor desenvolvimento neurológico e redução do risco de lesões dos mesmos. Além disso, ele é adaptável a qualquer idade e grau de habilidade na modalidade esportiva e adaptável a qualquer infraestrutura. O Treina+ é um equipamento genuinamente brasileiro que incentiva e melhora as condições dos próprios atletas brasileiros, podendo ser utilizado afim de aumentar o desempenho dos atletas e, conseqüente, refletir em melhores colocações nas próximas paraolimpíadas. A aceitação dos usuários já pôde ser verificada em estudo.

## AGRADECIMENTOS

A equipe agradece aos financiadores do projeto, em especial à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.

## REFERÊNCIAS

ABREU, C. L. G. et al. Projeto de um banco para modalidade paraolímpica de arremesso de peso. **Anais do Encontro Nacional de Engenharia Biomecânica**, 2015, Uberlândia, Minas Gerais: ENEBI, 2015.

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. São Paulo: Cengage Learning, 2009. 209 p.

BRASIL, Decreto N° 3.298, de 20 de dezembro de 1999. **Regulamenta a Lei no 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de**

**Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências.**

BRASIL, Decreto N° 6.949, de 25 de agosto de 2009. **Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007.**

BRASIL, Decreto Legislativo N° 186, de 9 de julho de 2008. **Aprova o texto da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e de seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova Iorque, em 30 de março de 2007.**

BRASIL, Lei N° 11.438, de 29 de dezembro de 2006. **Dispõe sobre incentivos e benefícios para fomentar as atividades de caráter desportivo e dá outras providências.**

BURKETT, B. Technology in Paralympic sport: performance enhancement or essential for performance?. **British journal of sports medicine**, v. 44, n. 3, p. 215-220, 2010.

CARDOSO, V. D. A reabilitação de pessoas com deficiência através do desporto adaptado. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 33, n. 2, 2011.

CAT. Comitê de Ajudas Técnicas, Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (CORDE/SEDH/PR). **Ata da Reunião VII** - Brasília, dezembro de 2007. Disponível em: <[http://www.infoesp.net/CAT\\_Reuniao\\_VII.pdf](http://www.infoesp.net/CAT_Reuniao_VII.pdf)>. Acesso em: 17 Nov. 2017.

CAVAZZONI, P. B; BASTOS, F. C; KURLE, G. Lei de Incentivo ao Esporte: aplicação nas manifestações do esporte e captação de recursos. **Revista Digital**, Buenos Aires, 2010. 146.

IPC, **International Paralympic Committee**, 2017. Disponível em <<https://www.paralympic.org/>> Acesso em 15 jun. 2016.

MARQUES, R. F. R. et al. Esporte olímpico e paraolímpico: coincidências, divergências e especificidades numa perspectiva contemporânea. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 23, n. 4, p. 365-377, 2009.

MAUERBERG-DECASTRO, E; CAMPBELL, D. F; TAVARES, C. P. The global reality of the Paralympic Movement: Challenges and opportunities in disability sports. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 22, n. 3, p. 111-123, 2016.

MEDEIROS, R. S. **Impacto do atletismo paralímpico na qualidade de vida de pessoas com deficiência física**. 2014. 59f. Dissertação de Mestrado apresentado para o Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Faculdade Federal de Uberlândia. 2014.

PMBOK. Tradução livre do **PMBOK 2000**, disponibilizada através da internet pelo PMI-MG. 2004. Disponível em <[www.pmimg.org.br](http://www.pmimg.org.br)>. Acesso em 17 de nov. de 2017.

PRODANOV, C. C; FREITAS, E C. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RIBEIRO JUNIOR, H. J; SILVA, C. E. S. Contribuições da Metodologia Project Managment Body of Knowledge (PMBok) de Gestão de Projetos a Gestão do Conhecimento Adaptada ao Ambiente de Incubadoras de Empresas – Estudo de Caso INCIT. **Anais do XIII Simpósio de Engenharia de Produção**, 2006, Bauru, São Paulo: SIMPEP, 2006.

SENATORE, V. Paralímpicos do futuro. In: **CONDE, A.J.M.; SOUZA SOBRINHO, P.A. & SENATORE, V. Introdução ao movimento paraolímpico: manual de orientação para professores de Educação Física**. Brasília: Comitê Paraolímpico Brasileiro, 2006. Disponível em <<http://www.informacao.srv.br/cpb/pdf/introducao.pdf>> Acesso em: 17 nov. 2017.

SOARES, J. M. M. et al. Tecnologia Assistiva: revisão de aspectos relacionados ao tema. **Revista Espacios**, v. 38, n.13, p.1-15, 2017.

TOMIO, M. V. B. et al. Projeto Informativo de um Dispositivo com Comunicação por Radiofrequência orientado pra Tecnologia Assistiva. **Anais do XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2014, Curitiba, Paraná: ENEGEP, 2014.

WINNICK, J.P. Introdução à educação física e esportes adaptados. In: **WINNICK, J.P. Educação física e esportes adaptados**. Barueri: Manole, 2004. p.3-19.

## TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E AGRONEGÓCIO: PRINCIPAIS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### **Luiz Ricardo Oliveira Begali**

Curso de Especialização em Engenharia de  
Sistemas de Informação  
Centro Federal de Educação Tecnológica de  
Minas Gerais - CEFET-MG  
Varginha - MG

### **Eduardo Gomes Carvalho**

Núcleo de Excelência em Gestão do  
Conhecimento, Empreendedorismo e Inovação  
Centro Federal de Educação Tecnológica de  
Minas Gerais - CEFET-MG  
Varginha - MG

### **Weider Pereira Rodrigues**

Núcleo de Excelência em Gestão do  
Conhecimento, Empreendedorismo e Inovação  
Centro Federal de Educação Tecnológica de  
Minas Gerais - CEFET-MG  
Varginha - MG

### **Lázaro Eduardo da Silva**

Núcleo de Excelência em Gestão do  
Conhecimento, Empreendedorismo e Inovação  
Centro Federal de Educação Tecnológica de  
Minas Gerais - CEFET-MG  
Varginha - MG

**RESUMO:** O agronegócio vem passando por inúmeras modificações através da utilização da tecnologia da informação (TI). A TI se faz importante no setor agrícola, garantindo sucesso direto nas atividades produtivas, e

obtendo, maior produtividade em um setor altamente instável, que sofre influência de fatores climáticos, fatores econômicos, dentre outros, sendo muitos deles incontroláveis pelo homem. Portanto, o agronegócio passa a ser interessante como objeto de estudos sobre a aplicação de TI. Contudo deve-se identificar as principais referências utilizadas nos trabalhos acadêmicos sobre o assunto. Desse modo o presente trabalho objetiva realizar uma análise bibliométrica acerca dos conteúdos relacionados à área da tecnologia da informação e do agronegócio, visando identificar um portfólio de citações para futuros trabalhos que abordem a temática. Ao final foram identificados os principais autores publicantes nos últimos anos, os principais países e as instituições com o maior número de publicações. Ao final, o mapa de citação e cocitação permitiu identificar quais os grupos e as principais referências utilizadas nos últimos anos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologia da Informação, Agronegócio, Estudo Bibliométrico

**ABSTRACT:** The agribusiness has changing because of the information technology (IT). The IT is important to agricultural sector, providing success in the activities, and maximizing the productivity in an unstable sector, which is influenced by climatic, economic and others factors, that is not under controlling of men.

Therefore, the agribusiness is interesting as study scenario about information technology. However, we must identify the main references used in papers. Thus, our work aims to perform a bibliometric analysis about the contents related to area of information technology and agribusiness, aiming to show a citation portfolio that addresses the subject. At end, we identified the main authors, countries and institutions. The citation and cocitation map allows identifying the main groups and references.

**KEYWORDS:** Information Technology, Agribusiness, Bibliometrics.

## 1 | INTRODUÇÃO

O agronegócio vem passando por inúmeras modificações através da utilização da tecnologia da informação. A Tecnologia da Informação (TI) auxilia na melhoria da produtividade das empresas do agronegócio, com uma melhor gestão, informações mais rápidas para uma tomada de decisão dentre outros. Sabe-se que o agronegócio brasileiro vem se modernizando rapidamente, e a partir dessa modernização acelerada surge a necessidade de novas tecnologias que supram as necessidades do setor agrícola.

Dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) do ano de 2017 mostram que o agronegócio corresponde à 22% do PIB nacional, o que equivale a aproximadamente R\$ 918 bilhões. Atualmente o Brasil ocupa posição de destaque, sendo o maior exportador de frango, café, açúcar e laranja. Além da notoriedade na exportação de carne bovina e suína. Projeções também apontam que para os próximos 10 anos é esperado um crescimento de aproximadamente 40% na produção agrícola. O MAPA ainda enfatiza que o foco do crescimento do setor será na competitividade e na modernidade, fazendo o uso permanente de tecnologia, não somente para aprimorar eficiência dos processos produtivos, mas também para aprimorar a questão da sustentabilidade.

Já é possível encontrar empresas de base tecnológica cujo público principal é o agronegócio. Essas empresas usam como base a TI para atender as principais necessidades do setor agropecuário, aumentando a confiabilidade dos processos.

De acordo com Redivo *et al.* (2013) ocorreu ao final do século XX uma inovação no setor agrícola com a utilização de novas tecnologias aplicadas diretamente à produção rural, dentre elas temos a biotecnologia, adubação corretiva automatizada, defensivos, diversas técnicas de manejo, geoposicionamento e georeferenciamento, maquinários cada vez mais modernos utilizando tecnologia de ponta.

Com isso é possível observar quão importante a TI se faz no setor agrícola, garantindo sucesso direto nas atividades produtivas, e obtendo, maior produtividade em um setor altamente instável, que sofre influência de fatores climáticos, fatores econômicos, dentre outros, sendo muitos deles incontroláveis pelo homem. Portanto, o agronegócio passa a ser interessante como objeto de estudos sobre a aplicação de TI. Contudo é importante identificar as principais referências utilizadas nos trabalhos

acadêmicos sobre o assunto.

Desse modo o presente trabalho objetiva realizar uma análise bibliométrica acerca dos conteúdos relacionados à área da tecnologia da informação e do agronegócio, visando identificar um portfólio de citações para futuros trabalhos que abordem a temática.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

O termo agronegócio é oriundo da tradução do termo em inglês agribusiness TAVARES *et al.* (2016). Essa definição foi compreendida como sendo um conjunto de operações que envolvem desde a fabricação de insumos até a chegada do produto final ao consumidor DAVIS & GOLDBERG (1957).

Segundo Batalha *et al.* (1997) o termo agribusiness se refere a soma de todas as operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas, como também operações de produção, armazenamento, processamento e distribuição de todos os produtos do setor agrícola. Da mesma forma, Araújo (2010) definiu o termo como sendo o conjunto de todas as operações e transações envolvidas desde a fabricação dos insumos até o consumo dos mesmos, podendo ser in natura ou industrializados. Já Saab *et al.* (2009) afirmam que o agribusiness é um conjunto de múltiplos sistemas agroindustriais que contemplam um formato determinado para cada produto agrícola.

No Brasil, Corso (2003) afirma que o conceito de agronegócio evoluiu e se consolidou por meio de outros termos como, por exemplo, o termo complexo rural, o qual define o conjunto de atividades desenvolvidas nas fazendas coloniais que produziam mercadorias tanto para consumo próprio como também para exportação. A modernização agrícola teve início após a II Guerra Mundial, onde o mercado agrícola se tornou mais forte e consolidado, passando de uma agricultura tradicional, baseada no uso da enxada para uma agricultura cada vez mais moderna, com a implantação da mecanização e do uso de insumos de diferentes segmentos (MICHELLON, 1999).

De acordo com Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, CEPEA (2016), o agronegócio vem sendo considerado como um setor de extrema importância para o Brasil, sendo que, no período de 1995 a 2015 este representou cerca de 21,7% do Produto Interno Bruto (PIB). Da mesma forma, quando se trata de comércio exterior, nos dois últimos anos, o ramo participou significativamente, com 46,2% do valor total das exportações. Conseqüentemente, o agronegócio auxiliou a redução do saldo negativo na balança comercial brasileira MAPA (2016). Em se tratando de emprego, o setor gera em média 35% de empregos fixos anuais, contribuindo mais uma vez, para o desenvolvimento do país (FRANÇA JÚNIOR, 2015).

De acordo com Redivo *et al.* (2013) ao final do século XX iniciou-se uma revolução no agronegócio mundial, uma vez que, esse setor da agricultura passou a utilizar novas tecnologias com base em TI, como softwares de gerenciamento que já são uma realidade ligada diretamente às atividades produtivas.

No entanto, Lima *et al.* (2017) relatam que, quando profissionais do setor agrícola são questionados sobre as melhores ferramentas que poderiam facilitar o desenvolvimento das atividades profissionais como também agregar informações para auxiliar nas decisões do cotidiano, as respostas em geral fazem menção ao uso de aplicativos para gerenciamento de projetos, acesso a pesquisas científicas sobre cultivos agrícolas e orientação para controle e manejo dos principais problemas fitossanitários que ocorrem com frequência na lavoura.

Desse modo, nota-se que a utilização de ferramentas de TI no agronegócio ainda é consideravelmente limitada, observa-se que esses benefícios e facilidades devem ser mais bem explorados e desenvolvidos para que se aproveite o seu potencial, uma vez que ambos são extremamente importantes para o desenvolvimento tecnológico, não somente à nível nacional, como também mundial.

### 3 | MÉTODO

O presente trabalho tem como metodologia um estudo bibliométrico de publicações de artigos relacionados à Tecnologia da Informação e Agronegócio. O termo bibliometria foi proposto por Pritchard no final da década de 1960 e pode ser definido como a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos na análise de obras literárias \*(PRITCHARD, 1969). Os estudos bibliométricos têm como origem os esforços de Hulme (1923), Lotka (1926) e outros, os quais acreditavam que a geração de conhecimento é materializada por meio da produção científica (LUNDEBERG, 2006). No campo das ciências sociais aplicadas, os estudos bibliométricos se concentram em examinar a produção de artigos em um determinado campo de saber, mapear as comunidades acadêmicas e identificar as redes de pesquisadores e suas motivações. Tais objetivos são perceptíveis por meio da criação de indicadores que buscam juntar as instituições e os autores mais prolíferos, os acadêmicos mais citados e as redes de coautorias (OKUBO, 1997).

O presente estudo será realizado conforme as seguintes etapas:

- Análise do número de publicações por ano;
- Análise do número de publicações por autor;
- Análise do número de publicações por país;
- Análise do número de publicações por instituição;
- Elaboração do mapa de cocitação.

Nesse estudo tais informações permitirão criar um portfólio de referência para pesquisadores relacionados à área de TI e agronegócio.

A pesquisa foi realizada a partir da base de dados Scopus, que elencou 580 artigos, selecionados por meio do termo de pesquisa “information technology” e agribusiness, artigos esses publicados entre os anos de 2012 a 2017. As etapas de 1 a

4 serão efetuadas empregando as ferramentas disponíveis na respectiva base usada. Já, na última etapa, será realizada uma análise de citação. Glanzel (2003) relata que a análise de citação permite identificar o grupo de cientistas, suas publicações, demonstra os autores de maior impacto de uma determinada área, indicam seus padrões, metodologias e permite identificar os pesquisadores de “frente”.

Junto às pesquisas de citações, a análise de cocitação menciona a frequência com que dois documentos, periódicos, autores ou países são citados de forma simultânea na literatura científica.

A análise de cocitação seja de documentos, periódicos, autores, ou até mesmo outras áreas de estudo, gera representações válidas da essência intelectual de um domínio científico (MIGUEL *et al.*, 2008). Seu início primordial determina que quando dois ou mais periódicos, documentos ou autores são citados juntos, em um trabalho próximo, perdura, ao menos no ponto de vista do autor citante, uma afinidade de assunto entre os citados (SMIRAGLIA, 2011) e também quanto maior utilização da cocitação, mais próxima a ligação entre os mesmos. O mapeamento será realizado através do programa VOSViewer.

## 4 | RESULTADOS

Inicialmente, foi realizada uma análise de documentos por ano, partindo do ano de 2012 até o ano de 2017, conforme pode ser observado na figura 1. Através dessa análise foi apontado um crescimento considerável de publicações atingindo o seu pico no ano de 2016 com um total de 132 publicações. Posteriormente, observa-se um pequeno declínio de publicações no ano de 2017. Em contrapartida, notou-se que no ano de 2012 foi registrado o menor número de publicações dentre todos os anos pesquisados, sendo um total de 65 publicações.

A segunda etapa envolveu a detecção dos autores que obtém o maior número de publicações, conforme pode-se observar na figura 2. Um dos autores que mais publicaram artigos no período da pesquisa com um total de 4 publicações foi Engelseth Per, do departamento de Logística da Universidade de Clemson, nos Estados Unidos. Também aparecem com o total de 4 publicações: O pesquisador belga Gellynck, Xavier da Universidade Gent, do Departamento de Economia Agrícola da cidade de Ghent, o pesquisador Kamarulzaman, Nitty Hirawaty da Universidade Putra Malásia, do Departamento de Agronegócio e Economia de Biorrecursos da cidade de Serdang, o pesquisador Theuvsen, Ludwig da Universidade Gottingen, do Departamento de Economia Agrícola e Desenvolvimento Rural da cidade de Gottingen e o pesquisador Wang, Chunhsien da Universidade Chiayi Nacional, da Faculdade de Gestão da cidade de Chiayi. Dentre os dez autores com mais publicações podemos notar que o continente Asiático se destaca contendo metade dos autores do gráfico, mostrando assim o grande interesse e contribuição dessa região com relação ao tema estudado.

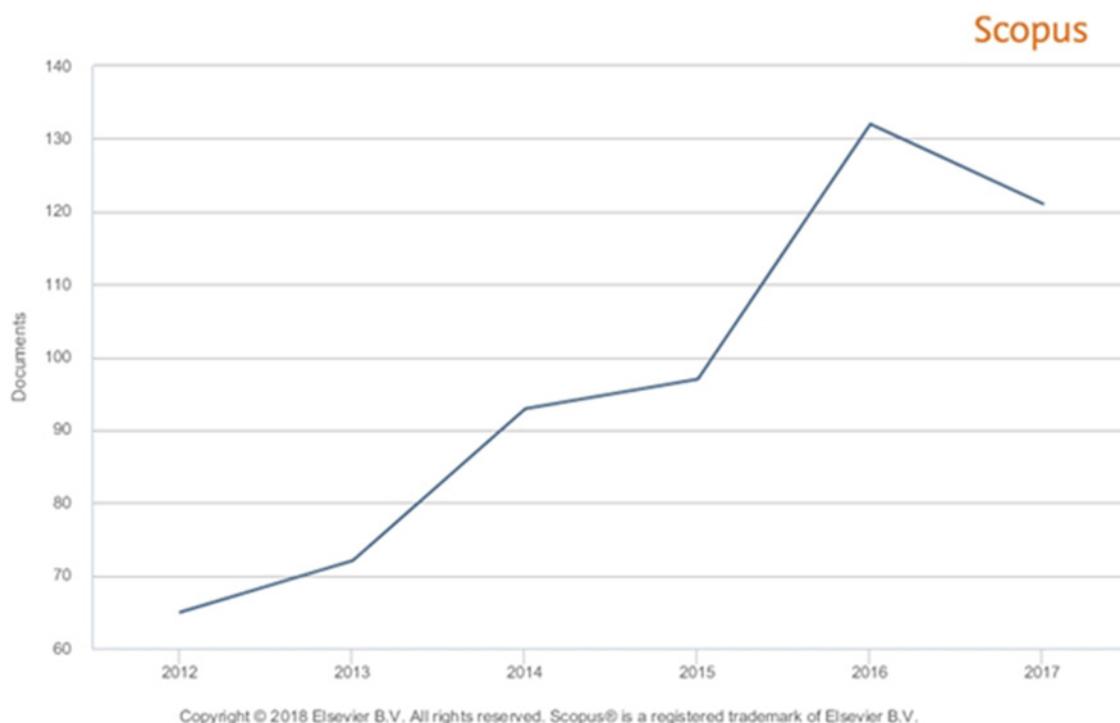


Figura 1. Documentos por ano.

Fonte: Elaborado pelos autores utilizando a Scopus.

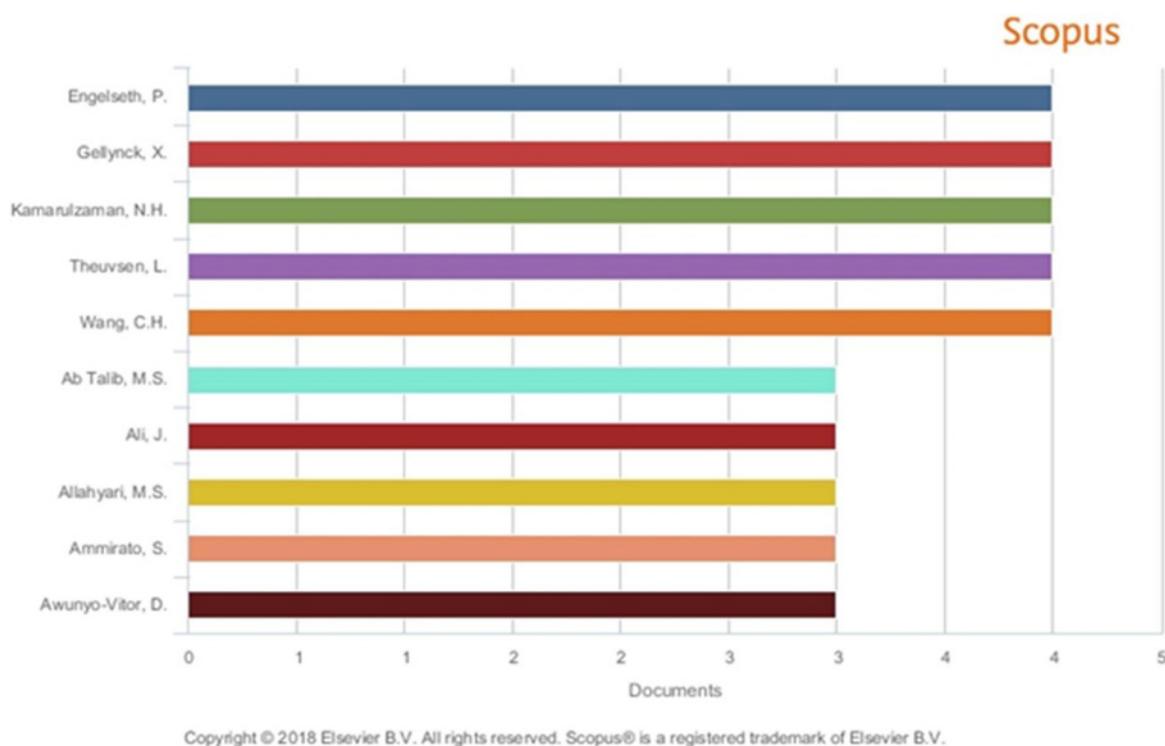


Figura 2. Documentos por autor.

Fonte: Elaborado pelos autores utilizando a Scopus.

A terceira etapa apontou o número de artigos publicados de acordo com seu país de origem (Figura 3). Nesse sentido, nota-se que o país em destaque com maior número de publicações é o Estados Unidos, com 89 publicações, tendo em vista que são o maior mercado acadêmico mundial. A pesquisa evidencia que os EUA possuem mais que o dobro de publicações que o segundo colocado, assim, destacando sua hegemonia.

Por outro lado, a pesquisa evidencia que se trata de um tema internacionalizado onde a grande parte dos continentes contribuem para a maioria publicações.

Dentre os principais países que mais publicam, pode se destacar o Brasil, posicionado em sétimo lugar, mostrando que mesmo com toda a falta de recursos para pesquisa, em especial em instituições federais, as pesquisas de qualidade ainda são realizadas no país.

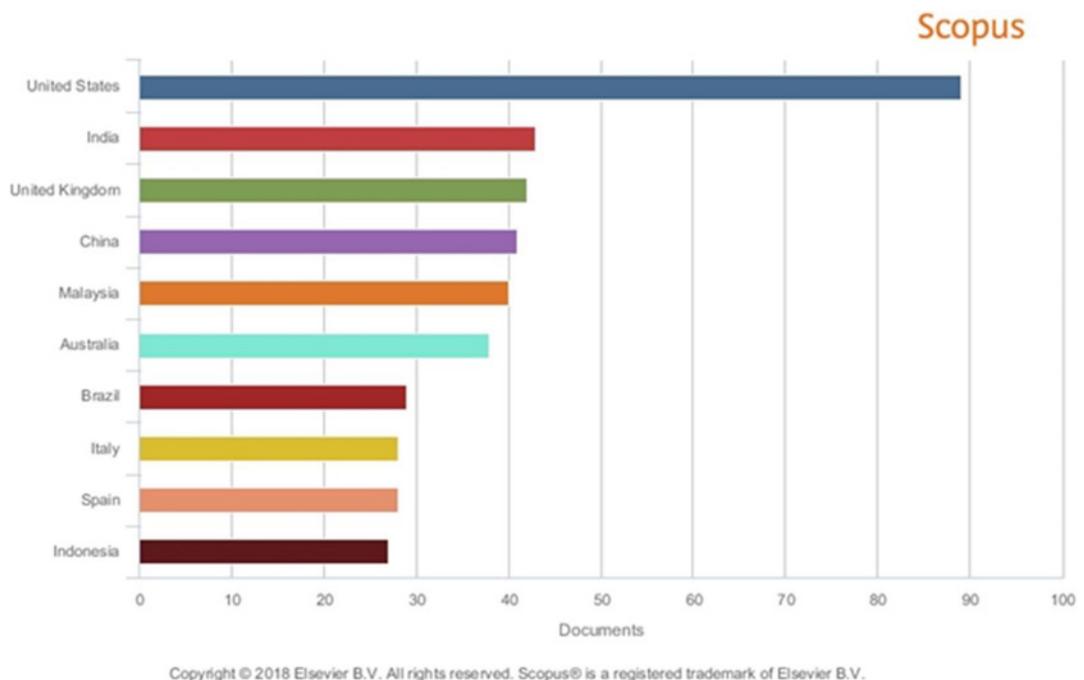


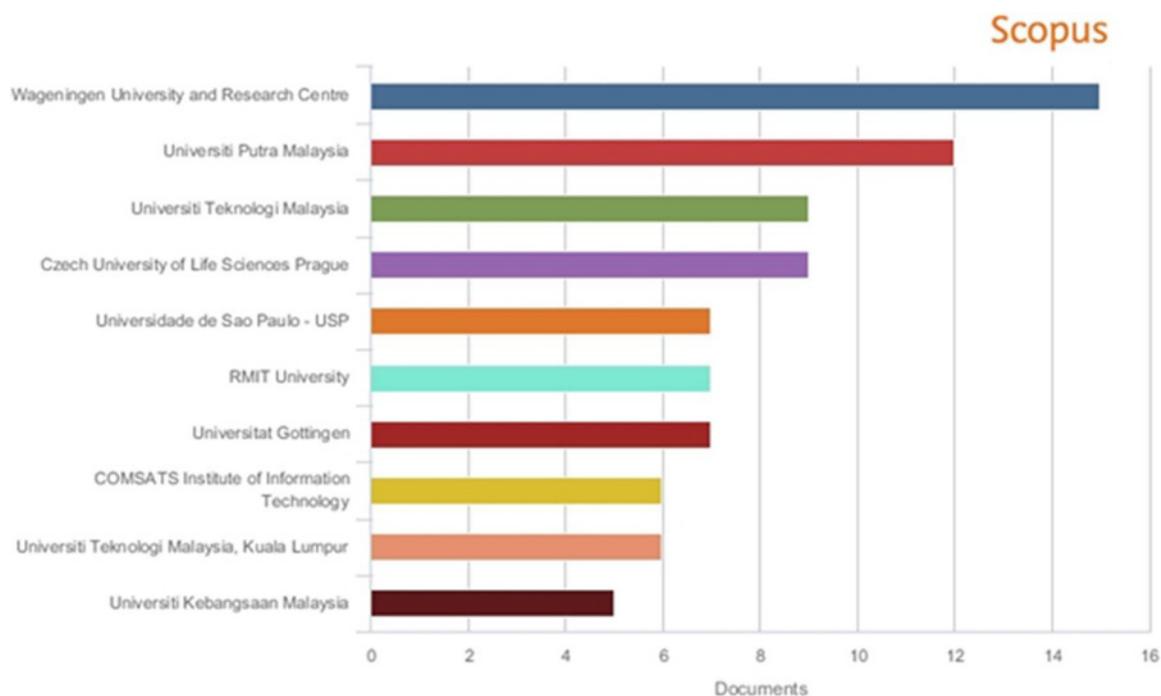
Figura 3. Documentos por país de origem.

Fonte: Elaborado pelos autores utilizando a Scopus.

Já na quarta etapa analisou as instituições publicaram o maior número de artigos científicos sobre o uso da TI no agronegócio, conforme pode-se observar na figura 4. A instituição com mais publicações é a Wageningen University and Research Centre da Holanda, em quarto e sétimos lugares, nessa ordem, estão as instituições pertencentes a República Tcheca e Alemanha, demonstrando a grande participação do continente Europeu. Em segundo e terceiro lugar estão as Universiti Putra Malaysia e Universiti Teknologi Malaysia ambas localizadas na Malásia.. Ainda dentre as 10 principais estão em oitavo, nono e décimo lugares respectivamente a COMSATS Institute of Information Technology do Paquistão seguida das duas universidades da Malásia, confirmando a grande contribuição do continente asiático a respeito do tema estudado. Destaca-se também o continente da Oceania tendo como representante a RMIT University da Austrália.

Dentre as principais instituições apenas uma está localizada no continente Latino-Americano: a Universidade de São Paulo – USP contendo 7 publicações, representando o Brasil. Observa-se também que muitas universidades estão em evidência, e que essas instituições estão localizadas nas proximidades ou em estados

brasileiros em que o agronegócio é relevante como, por exemplo, a Universidade de Brasília- UNB; Universidade do Estado de Santa Catarina; Universidade do Rio Grande do Sul; EMBRAPA; Instituto Agrônômico de Campinas- IAC e Universidade da Amazônia. Isso evidencia o motivo de o Brasil estar entre os 10 que tem mais publicações nessa área e comprova por que o país é um dos que mais cresce e gera riquezas nesse ramo.



Copyright © 2018 Elsevier B.V. All rights reserved. Scopus® is a registered trademark of Elsevier B.V.

Figura 4. Documentos por instituição de origem.

Fonte: Elaborado pelos autores utilizando a Scopus.

A quinta etapa implicou na elaboração do mapa de citação e cocitação, com o propósito de analisar as referências mais utilizadas. A figura 5 apresenta o mapa de citação e cocitação, enquanto a figura 6 apresenta o número de citações por autor.

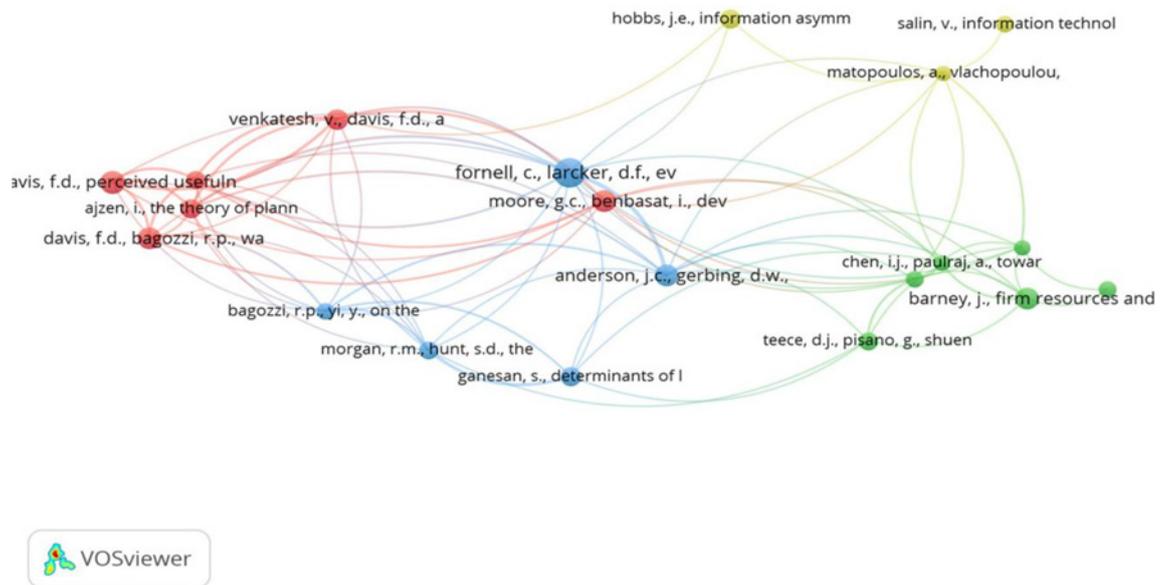


Figura 5. Mapa de Citação e Cocitação

Fonte: Elaborado pelos autores utilizando dados da Scopus e VOSViewer.

O mapa de cocitação apresenta 4 conglomerados principais. O primeiro conglomerado refere-se ao grupo em azul, aponta um grupo de pesquisas preocupado com o desenvolvimento e análise de constructos. Este conjunto mostra uma densidade de citações relevante com relação aos trabalhos de Fornell e Larcker (1981) e Anderson e Gerbing (1988). Fornell e Larcker (1981) estudaram os testes estatísticos utilizados na análise de modelos de equações estruturais com variáveis não observáveis e erros de medição, enquanto Anderson e Gerbing (1988) estudaram a modelagem de equações estruturais, e apontaram uma vasta abordagem de modelagem em duas etapas que emprega uma série de modelos aninhados e testes sequenciais de diferença de qui-quadrado. Vale destacar o papel central de Fornell e Larcker (1981) que são fortemente citados e apresentam em uma posição centralizada no conglomerado e no mapa de cocitação, apresentando ligação considerável com os demais trabalhos.

O conglomerado em verde aparenta ser de uma linha voltada para o planejamento estratégico, com destaque para Barney (1991), cujo artigo trata de análises de planejamento estratégico, processamento de informações e o conceito de uma empresa entre os clientes, suprimento e vantagem competitiva sustentada, visando entender se um determinado recurso da empresa é uma fonte de vantagem competitiva firmada, analisando se o recurso é valioso, raro, se é possível de se copiar e até mesmo ser substituído. O mapa aponta uma forte relação nesse conglomerado entre Barney (1991) e Teece, Pisano e Shuen (1997) sendo o segundo trabalho mais citado do conglomerado em verde. Teece, Pisano e Shuen (1997) descrevem as capacidades dinâmicas (CDs) como uma forma de extensão em cima da visão embasada em recursos da empresa. Os autores descrevem as CDs como um novo meio de estrutura para considerar questões de estratégia e estratégia específica, moldadas em dinâmicas e ambientes de “alta velocidade”. Tendo em vista a vantagem competitiva, partindo das premissas

de inovação, preço e desempenho, no artigo foram discutidos 4 paradigmas, sendo dois voltados para estratégia e dois para economia. Teece, Pisano e Shuen (1997) frisam a importância da pesquisa empírica realizada, pois ela ajuda entender como as empresas conseguem ser boas, como algumas apenas conseguem ser boas às vezes, por que e como elas melhoram, e por que às vezes elas diminuem. Portanto, percebe-se a importância do planejamento estratégico para o agronegócio.

O conglomerado em amarelo evidencia um grupo voltado para tecnologia da informação e agronegócio, com destaque para Hobbs (2004). Hobbs (2004) fala do importante papel dos sistemas de rastreabilidade de alimentos na resolução da assimetria de informações. Ele mostra três funções de sistemas de rastreabilidade: *ex post* sistemas reativos, permitem a *Traceback* de produtos afetados em caso de problema de contaminação, de modo a diminuir os custos sociais, sistemas *ex post* que facilitam a destinação de responsabilidade, e sistemas de informação que fornecem a sondagem *ex ante* da qualidade. Uma taxonomia de sistemas de rastreabilidade relata a natureza multidimensional dos problemas de informação relacionados à segurança alimentar e à qualidade dos alimentos.

Por fim, são abordados exemplos de iniciativas do setor privado e da rastreabilidade normativa no contexto dos modelos *ex post* e *ex ante* desenvolvidos no documento. Hobbs, (2004) apresenta uma forte ligação em termos de citação com Salin (1998) que fala como os sistemas de informação de alta tecnologia podem dar vantagens para as empresas agroalimentares. Este artigo debate diferenças entre cadeias de suprimentos para produtos funcionais versus produtos inovadores e a importância para os gestores de empresas agroalimentares. Salin, (1998) ainda relata que a priorização de investimentos de TI se baseia em uma avaliação das características dos produtos realizado pelos gerentes da cadeia de suprimentos agroalimentares e que diferentes sistemas de TI são apropriados para cada tipo de produto, funcionais ou inovadores. O desafio para a administração é decidir como classificar suas linhas, quais são funcionais e quais são inovadoras. Certos sistemas de TI em agroalimentares podem gerar informações que trarão benefícios competitivos para toda a cadeia de suprimentos.

O conglomerado em vermelho aponta um grupo voltado para inovação em TI com destaque para Moore & Benbasat (1991) que relata o desenvolvimento de um instrumento projetado para medir várias concepções que um indivíduo pode ter ao adotar uma inovação em TI. Este instrumento pretende ser uma ferramenta para o estudo da adoção inicial e eventual multiplicações de inovações de TI dentro das organizações. Em um estudo recente, analisando a difusão da nova TI do usuário final, decidimos nos concentrar em medir as concepções do potencial adotante da tecnologia. A pesquisa de desenvolvimento de instrumentos aqui descrita oferece várias contribuições. O mais evidente é a criação de um instrumento global para medir várias concepções sobre uso de uma inovação em TI. O processo de criação incluindo levantamento de instrumentos existentes conhecidos, escolhendo itens

apropriados, criando itens conforme necessário e, em seguida, realizar um processo de desenvolvimento de escala extensa.

Moore & Benbasat (1991) apresentam uma forte ligação em termos de cocitação com Davis (1989). Davis (1989) descreve que escalas de medição válidas para prever aceitação do usuário de computadores são poucas. Sua pesquisa desenvolve e valida novas escalas para duas variáveis específicas, utilidade percebida e facilidade de uso percebida, as quais são hipotetizadas como predominantes fundamentais da aceitação do usuário. Definições para estas duas variáveis foram usadas para desenvolver itens de escala que foram pré-testados para validade de conteúdo e, em seguida, testados para confiabilidade e validade de construto em dois estudos. Em ambos os estudos, a utilidade teve uma analogia significativamente maior com o comportamento de uso do que a facilidade de uso. Análises de regressão sugerem que a facilidade de uso percebida pode, na verdade, ser um precedente causal da utilidade percebida, em contradição a um determinante paralelo e direto do uso do sistema. Implicações são desenhadas para pesquisas futuras sobre a aceitação do usuário.

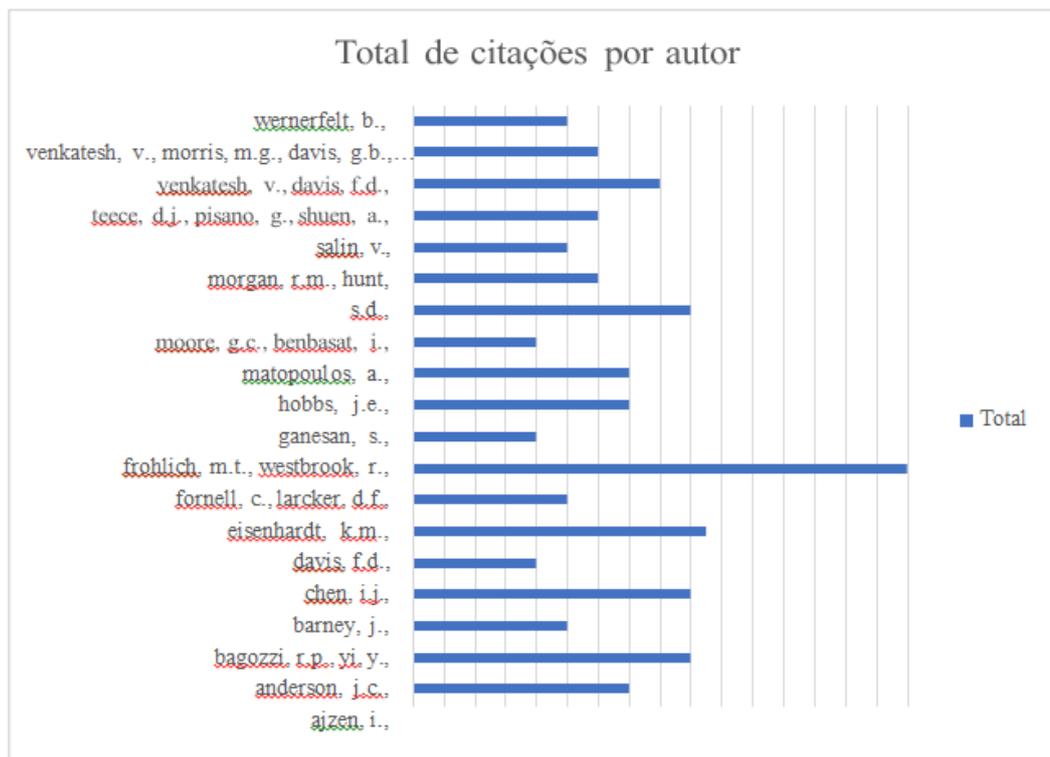


Figura 6. Total de citações por autor

Fonte: Elaborado pelos autores utilizando dados da Scopus e VOSViewer.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo bibliométrico das publicações de artigos no período de 2012 a 2017. Tal tipo de estudo permite sugerir um

portfólio de trabalhos a serem considerados como referências na área. Trabalhos como Hobbs (2004), Salin (1998), Moore & Benbasat (1991) e Davis (1989) demonstraram ser bastante relevantes para os autores que atuam na temática tecnologia da informação no agronegócio.

O Mapa de cocitação aponta ainda a considerável presença do trabalho de Fornell e Larcker (1981), indicando que a maior parte dos estudos foca nos testes estatísticos utilizados na análise de modelos de equações estruturais.

Uma evidência aponta a relevância dos EUA em TI e agronegócio, considerando que é o país com maior número de publicações, representando mais da metade das publicações em todo o mundo. Deve-se destacar ainda, que os Estados Unidos é o país que tem maior número de trabalhos citados. Resultado esperado, tendo em vista que é a maior potência acadêmica mundial.

Em contrapartida, a análise revelou uma internacionalização do tema visto que a Instituição que mais contribuiu com publicações foi a Wageningen University and Research Centre da Holanda, seguida por Instituições de países da Ásia, Oceania, Europa e América Latina, a última sendo representada pela Universidade de São Paulo – USP contendo 7 publicações e representando o Brasil, sendo que a instituição ficou na quinta posição do gráfico das dez universidades que mais publicaram.

Uma pesquisa pode ser analisada pela sua capacidade em gerar futuros trabalhos. Deste modo, o presente trabalho relata sugestões para futuras pesquisas: análise dos autores mais influentes e suas respectivas áreas e as instituições e países que mais publicam.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M.J. **Fundamentos do agronegócio**. São Paulo: Atlas, 2010.

ANDERSON, J. C., GERBING, D. W., **Structural equation modeling in practice: a review and recommended two-step approach**. Psychological Bulletin, Vol 103(3), p.411-423, 1988.

BATALHA, M. O. (coord.) **Gestão Agroindustrial v.1** - GEPAl. Atlas, 1997.

BARNEY, J.B. **Firm resources and sustained competitive advantage**. Journal of Management, p. 99–120, 1991.

CEPEA. **PIB do Agronegócio** – Dados de 1995 a 2015. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 17 fev. 2018.

CORSO, N. M. **Palmitos cultivados no Paraná: situação atual e perspectivas**. Curitiba: 2003. Dissertação (Mestrado em Economia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R. **Concept of agribusiness**, Boston: Harvard University, 1957.

DAVIS, F.D. **Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology**. MIS quarterly, vol. 13, n. 3, p. 319-340, 1989

FRANÇA JR, F. **O agronegócio e a geração de empregos**. Notícias Agrícolas. 2015. Disponível em: <<http://www.noticiasagricolas.com.br/artigos/artigos-principais/157380-o-agronegocio-e-a-geracao-de-empregos-por-flavio-franca-jr.html>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

FORNELL, Claes; LARCKER, David F. **Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error**. Journal of Marketing Research, v. 18, n.1, p. 39-50, 1981.

GLÄNZEL, W. **Bibliometrics as a research field: a course on theory and application of bibliometric indicators**. [S.l.]: Courses Handout, 2003.

HOBBS, J.E. **Information asymmetry and the role of traceability systems**. Agribusiness, vol. 20, n. 4, p. 397- 415, 2004.

LIMA, J. G.; POZO, O. C. V. ; FREITAS, R. R.; MAURI, G. D. **Startups no agronegócio brasileiro: uma revisão sobre as potencialidades do setor**. Brazilian Journal of Production Engineering. Vol. 3, p. 107-121, 2017.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estatísticas e dados básicos de economia agrícola**. Setembro 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/estatisticas>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

MICHELLON, E. **Cadeia produtiva & desenvolvimento regional: uma análise a partir do setor têxtil do algodão no noroeste do Paraná**. Maringá: Clichetec, 1999.

MOORE, G.C., BENBASAT, I., **Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation**. Information Systems Research, vol. 2, n. 3, p. 192-222, 1991.

MIGUEL, S.; MOYA-ANEGON, F.; HERRERO-SOLANA, V. **A new approach to institutional domain analysis: Multilevel research fronts structure**. Scientometrics, v. 74, n.3. p. 331-344, 2008.

MAISA SANTOS, M.S; INGRID SOARES, I.S. **Com universidades sucateadas, Brasil cai nos ranking globais de avaliação**. Dezembro 2017. Disponível em: <<https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2017/12/25/interna-brasil,649776/com-universidades-sucateadas-brasil-cai-nos-ranking-globais-de-avalia.shtml>>. Acesso em: 15 maio 2017.

REDIVO, A. R.; TRÊS, CACIO; FERREIRA, GERALDO ALVES. **A Tecnologia de Informação aplicada ao Agronegócio: Um estudo sobre o “Sistema Agrogestor” nas fazendas do Município de Sinop/MT**. Contabilidade & Amazônia, vol. 1, p. 43- 52, 2012.

SAAB, M. S. B. L. de M.; NEVES, M. F.; CLAÚDIO, L. D. G. **O desafio da coordenação e seus impactos sobre a competitividade de cadeias e sistemas agroindustriais**. Revista Brasileira de Zootecnia. Vol. 38, p. 412- 422, 2009.

SALIN, V., **Information technology in agri-food supply chains**. International Food and Agribusiness Management Review, vol. 1, n. 3, p. 329-334, 1998.

SMIRAGLIA, R.P. ISKO 11's **Diverse Bookshelf: an editorial**. Knowledge Organization, v. 38, n.3, p. 179-186, 2011.

TAVARES, B. O.; NEGRETI, A. S.; PIGATTO, G. A. S.; PIGATTO, G. **Recursos e vantagens competitivas no agronegócio: Revisão Bibliográfica**. Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios, vol. 10, p. 40-76, 2017.

TEECE, D. J.; PISANO, G.; SHUEN, A. **Dynamic capabilities and strategic management**. Strategic Management Journal, Vol. 18, N. 7, p. 509-533, 1997.

## ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DOS MUNICÍPIOS PARAIBANOS NA APLICAÇÃO DE RECURSOS DO GOVERNO FEDERAL PARA O CONTROLE DA DOENÇA DE CHAGAS: UMA INVESTIGAÇÃO POR MEIO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

**Jonas Cordeiro de Araújo**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia da Paraíba  
João Pessoa – Paraíba

**Edlaine Correia Sinézio Martins**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia da Paraíba  
João Pessoa – Paraíba

**RESUMO:** No Brasil contemporâneo, ainda é possível observar empirismo na gestão pública municipal. Na perspectiva da promoção da saúde, que é por lei função do município, a análise de desempenho das atividades para a aplicação eficiente dos recursos não é uma prática comum. Especialmente nos municípios do interior, a tomada de decisão baseada em ferramentas e técnicas matemáticas é uma realidade distante. A Doença de Chagas é considerada uma doença negligenciada e o Sertão da Paraíba é classificado como zona endêmica. Baseado nisso, a presente pesquisa se utilizou de dados secundários para aplicação da ferramenta de programação matemática Data Envelopment Analysis (DEA), segundo o modelo BCC, orientado a produtos. O objetivo geral foi analisar a eficiência de 32 municípios do Sertão da Paraíba na aplicação dos recursos do governo federal, especificamente, na ação de Melhorias Habitacionais para o

Controle da Doença de Chagas. Para isso, foram selecionados dados de inputs e outputs referentes ao período de 2004 a 2013 e inseridos no programa SIAD v.3.0 para calcular os escores de eficiência de cada Unidade Tomadora de Decisão (DMUs). Os resultados mostraram que, no cálculo da fronteira padrão, apenas 6 DMUs foram consideradas eficientes, o que representa 18,75% do conjunto de DMUs estudado. Ademais, no resultado da eficiência normalizada, apenas uma DMU obteve escore de 100%. As conclusões apontaram para uma alta divergência nos escores dos municípios em todas as fronteiras analisadas. Além disso, foi possível concluir que o porte econômico do município não reflete no grau de eficiência.

**ABSTRACT:** In contemporary Brazil, it is still possible to observe empiricism in municipal public management. In the perspective of health promotion, which is by law function of the municipality, the analysis of the performance of activities for the efficient application of resources is not a common practice. Especially in the inland municipalities, decision-making based on mathematical tools and techniques is a distant reality. Chagas Disease is considered a neglected disease and the Sertão of Paraíba is classified as an endemic zone. Based on that, the present study used secondary data for the application of mathematical programming tool

Data Envelopment Analysis (DEA), according to the model BCC, oriented to products. The general objective was to analyze the efficiency of 32 municipalities in the Sertão of Paraíba in the application of the resources of the federal government, specifically, in the action of Housing Improvements for the Control of Chagas Disease. For this purpose, were selected inputs and outputs data relating to the period from 2004 to 2013 and included in the program SIAD v.3.0 to calculate the efficiency scores for each Decision Making Units (DMUs). The results showed that, in the calculation of the standard frontier, only 6 DMUs were considered efficient, which represents 18.75% of the set of DMUs studied. In addition, in the normalized efficiency result, only one DMU obtained a score of 100%. The conclusions pointed to a high divergence in the scores of the municipalities in all the borders analyzed. In addition, it was possible to conclude that the economic size of the municipality does not reflect the degree of efficiency.

**KEYWORDS:** Data Envelopment Analysis; Efficiency; Decision Making; Public Health; Chagas Disease

## 1 | INTRODUÇÃO

A Constituição Federal de 1988, no seu Art. 196, dirige a todos os entes políticos o compromisso de garantir o direito à saúde “mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação”, ficando para os municípios o dever de garantir os serviços de atenção básica à saúde, localmente, em parceria com os governos estadual e federal (BRASIL, 1988).

Conforme estabelecido na Lei n. 8.080/90, o grau em que a saúde da nação venha a operar reverbera, sobretudo, a situação da economia e a organização do país, sendo fatores determinantes para a saúde, entre outras coisas, a moradia, o saneamento básico e o meio ambiente. A referida Lei regula as ações em saúde em todo o território nacional, para que assim, à coletividade, sejam garantidas condições de bem-estar físico, mental e social (BRASIL, 1990).

No que se refere à moradia, há uma ação do governo federal em parceria com os municípios para que seja mantido o controle da Doença de Chagas (DC), cuja Certificação de Interrupção de Transmissão do Vetor foi alcançada pelo Brasil em 1983. Trata-se, pois, da ação de Melhorias Habitacionais para o Controle da Doença de Chagas (MHCDC), a qual este estudo analisará nos municípios do Sertão da Paraíba. Tal ação consiste em reformar ou demolir e reconstruir casas de taipa/choupanas que favorecem a instalação e reprodução do vetor da Doença de Chagas.

O Estado da Paraíba possui 223 municípios os quais estão agrupados em 4 mesorregiões: Mata Paraibana, Agreste Paraibano, Borborema e Sertão. A faixa territorial do Sertão paraibano, objeto deste estudo, é composta por 83 municípios e, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) (2017), o Sertão possui uma população estimada em 905.082 habitantes. Tal faixa territorial é

considerada zona endêmica em alto grau, fato que justifica a inquietação da presente inquirição.

Conforme definido por Dias et al. (2016), a Doença de Chagas é consequência da pobreza humana, o que acaba por se constituir um importante problema de saúde pública em diversas regiões do Brasil. Uma estimativa da Organização Mundial da Saúde (OMS), a partir de dados do ano de 2010, indicava um total de 46 novos casos da DC por ano no Brasil, pela forma de transmissão vetorial.

Os vetores da DC são os triatomíneos, quando infectados pelo protozoário flagelado *Trypanosoma Cruzi* (*T. Cruzi*), que recebem o nome vulgar de barbeiro. Algumas espécies de triatomíneos são consideradas pelos especialistas como “domiciliados”, ou seja, adaptados às habitações humanas. Os fatores determinantes e condicionantes para infecção pelo protozoário causador da DC vão desde a precariedade de condições socioeconômicas a alterações climáticas, passando também pelas questões das ações humanas que causam danos à natureza (DIAS et. al., 2016, p. 9-11).

De acordo com a Distribuição Geográfica apresentada por Jurberg et al. (2014), a espécie de triatomíneo de maior ocorrência na Paraíba é o *Triatoma Brasiliensis*, este besouro, que é domiciliado, pode se alojar e se reproduzir nas habitações pobres erguidas com madeiras e barro – as chamadas choupanas ou casa de taipas.

Dentre as muitas ferramentas e métodos de análise de desempenho, na área da Pesquisa Operacional, este estudo se propôs a utilizar uma técnica que avalia a eficiência no ambiente interno. Trata-se, portanto, da Análise Envolvória de Dados, do Inglês Data Envelopment Analysis (DEA), que é um método de Programação Linear (PL) desenvolvido exclusivamente para avaliar o desempenho de organizações produtivas. Sua origem é relativamente recente, data de 1978, e a sua aplicação ganhou notoriedade nos últimos anos (CHARNES, 1994 apud LINS; CALÔBA, 2006, p. 255).

Também conhecida como Modelo do Envelope, a DEA tem como objetivo principal comparar um determinado quantitativo de Unidades Tomadoras de Decisão, *Decision Making Units* (DMUs), levando em consideração as distinções de magnitude existentes entre elas, a exemplo das quantidades de recursos empregados e das saídas produzidas (SOARES DE MELLO et al, 2005, p. 2536).

Posto isto, configura-se como objetivo geral deste trabalho analisar a eficiência dos municípios do Sertão da Paraíba com relação à aplicação dos recursos financeiros do Governo Federal na saúde pública, especificamente para a manutenção do controle da DC, no período de 2004 a 2013.

Para que o objetivo geral seja alcançado, têm-se os seguintes objetivos específicos: Realizar coleta de dados de *inputs* e *outputs* de todos os municípios do Sertão da Paraíba que possuem convênio de MHCDC; Realizar a seleção das DMU's; Entrar com os dados encontrados em um software com modelo de DEA implementado; Evidenciar todos os escores em todas as fronteiras; Analisar os escores da fronteira de

eficiência normalizada.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Quanto ao tipo, esta pesquisa é classificada como descritiva, uma vez que se ocupa em detalhar as características de uma determinada população ou fenômeno. No que se refere à finalidade, o presente trabalho se constitui de uma pesquisa aplicada, dada a sua natureza prática com vistas a resultados práticos. Ainda é possível classificar este *papper* com relação à abordagem, que é quantitativa, pois se detém à representatividade numérica com resultados quantificáveis (GIL, 2010, p. 27; RICHARDSON et al., 1999, p. 70).

Do meio dos diversos softwares disponíveis, com modelo DEA, foi utilizado nesta pesquisa o Sistema Integrado de Apoio à Decisão (SIAD) v.3.0, no qual serão carregados os dados logo após tabulação no MS Excel®, portanto, O SIAD é o programa responsável por retornar os escores de eficiência das DMUs em investigação. Diversos softwares DEA são observados na literatura, entre os gratuitos, encontra-se o SIAD – desenvolvido por um grupo de pesquisa em Pesquisa Operacional da Universidade Federal Fluminense e disponibilizado para download na internet no endereço <http://www.uff.br/decisao/>.

## 3 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 3.1 Legislação brasileira em saúde

De acordo com Heinzen (2017, p. 19), a legislação básica brasileira, no que se refere à saúde pública, apóia-se, fundamentalmente, na Constituição Federal de 1988, na Lei n. 8.080 de 19 de setembro de 1990 e na Lei n. 8.142 de 28 de dezembro de 1990.

A Lei n. 8.080, denominada Lei Orgânica da Saúde, dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde. Na referida Lei estão previstos os princípios, as diretrizes, a organização, entre outros aspectos, para o funcionamento do Sistema Único de Saúde (SUS). Assim, tem-se a regulação de toda e qualquer ação e serviços de saúde pública em todo o território nacional, “executados isolada ou conjuntamente, em caráter permanente ou eventual, por pessoas naturais ou jurídicas de direito público ou privado” (BRASIL, 1990).

A fim de contribuir com a norma acima mencionada, foi sancionada a Lei n. 8.142, denominada a Lei Complementar da Saúde, que estabelece as instâncias colegiadas do SUS, bem como a forma de alocação dos recursos do Fundo Nacional de Saúde (FNS). Entre outras questões, está definida no Art. 3º da Lei em comento a destinação de 70% dos recursos aos municípios que deverão, para tanto, contar com: Fundo de

Saúde, Conselho de Saúde, Plano de Saúde, Relatórios de Gestão, Contrapartida de Recursos, Comissão de Elaboração do Plano de Carreira, Cargos e Salários (PCCS) (BRASIL, 1990).

### 3.2 Doença de chagas

A Doença de Chagas (DC) é típica dos continentes americanos, trata-se de uma infecção causada pelo protozoário flagelado *Trypanosoma Cruzi* (*T. Cruzi*), sua transmissão é feita exclusivamente por Triatomíneos (besouros) infectados pelo referenciado parasito. Dentre os diversos nomes vulgares, o aludido vetor recebe o nome de “barbeiro”, algumas espécies de barbeiros se adaptaram ao ambiente humano, fazendo das residências seus locais de procriação, conseqüentemente, transmitindo o *T. Cruzi* aos seres humanos (GALVÃO et al., 2014, p. 8).

Ainda conforme os autores acima mencionados, na América Latina, a DC é tida como o quarto maior impacto social entre todas as doenças infecciosas e parasitárias. Tamanho o impacto social e econômico, classifica a referida doença como um importante problema de saúde pública em diversos países subdesenvolvidos. Ainda segundo os referidos autores, entre as pessoas infectadas no mundo (cerca de 7 milhões – segundo dados da OMS) aproximadamente 80% não têm acesso à diagnóstico e tratamento sistemáticos.

### 3.3 Análise envoltória de dados

Desde o seu surgimento, a DEA tem sido muito utilizada para análise de desempenho nas mais diversas áreas de atuação, afirmação que pode ser validada pelas inúmeras publicações existentes na literatura, em um curto espaço de tempo. Trata-se de uma técnica de Programação Linear que se propõe a avaliar a eficiência de um conjunto de Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs) possibilitando a construção de uma fronteira de eficiência, de modo que sejam evidenciadas as DMUs eficientes (que servirão de benchmark) e as ineficientes (SENRA et al., 2007, p. 192).

Conforme afirma Colin (2007), a DEA permite conhecer as melhores práticas (evidenciando as DMUs mais eficientes), as DMUs menos eficientes e compará-las às melhores práticas, a quantidade de recursos empregados de forma improdutivo nas DMUs menos eficientes.

#### 3.3.1 Modelos CCR e BCC orientados Inputs e Outputs

Importa mencionar a existência dos dois modelos DEA, considerados clássicos, quais sejam: o modelo CCR e o modelo BCC. Ambos tanto podem ser orientados a inputs (entradas ou insumos do sistema) quanto a outputs (saídas ou produtos do sistema). No primeiro são considerados retornos constantes de escala, por exemplo, aumentando ou reduzindo as entradas, ocorrerá uma variação proporcional nas saídas. No segundo, não há proporcionalidade entre inputs e outputs (SENRA et al. 2007, p. 2;

SOARES DE MELLO et al., 2005, p. 2529).

No caso do modelo CCR, quando orientado a input, implica a determinação da eficiência pela otimização da divisão entre a soma ponderada das saídas e a soma ponderada das entradas. Tal modelo quando orientado a output maximizadas as saídas, mantendo-se inalteradas as entradas. Representando por quanto (por que número) todos os produtos precisam ser multiplicados, mantendo-se constantes as entradas, para que a DMU se torne eficiente (SOARES DE MELLO et al., 2005, p. 2525-2529).

No contexto do modelo BCC, segundo os autores supracitados, “substitui o axioma da proporcionalidade entre inputs e outputs pelo axioma da convexidade”. Assim, o modelo faz com que as DMUs com recursos reduzidos operem em retornos crescentes de escala enquanto que as DMUs com valores altos de recursos tenham retornos decrescentes de escala. Em suma, o modelo BCC considera os diferentes tipos de escala de produção, a saber, crescente, constante e decrescente.

O modelo BCC retorna a eficiência das DMUs em quatro fronteiras distintas, quais sejam: a fronteira padrão, a fronteira invertida, a fronteira composta e a eficiência normalizada. Assim, para cada DMU é atribuído um escore distinto de acordo com seus inputs e output sem cada uma das referidas fronteiras. De acordo com Cachuba (2016), a análise de apenas uma dessas fronteiras tende a ser enganosa. Sendo assim, serão analisadas 4 fronteiras nesta seção: a fronteira padrão, a invertida, a composta e a eficiência normalizada.

### 3.3.2 Fronteiras de eficiência em DEA

A fronteira padrão é definida na literatura como uma análise otimista, na medida em que tenta beneficiar algumas variáveis em detrimento de outras as quais irão garantir maior eficiência àquela determinada DMU. Na fronteira invertida ocorre uma troca de inputs por outputs, para todo o conjunto de DMUs em análise, o resultado dessa fronteira é entendido como uma análise pessimista, já que apresenta os piores resultados para as variáveis analisadas, o que tende a suscitar as DMUs com falsa eficiência apresentadas na fronteira padrão (CACHUBA, 2016, p. 52-67).

Para resolver a situação das duas fronteiras anteriores, há a fronteira composta, denominada eficiência total. Parafraseando Cachuba (2016, p. 50), nesta fronteira, é utilizado o cálculo da fronteira padrão e da invertida para alcançar uma fronteira ponderada, conforme demonstrado na equação da Figura 1.

$$Efic.CompostadaDMU_k = \frac{Efic.Padrão da DMU_k + (1 - Efic.Invertida da DMU_k)}{2}$$

Figura 1- Equação fronteira composta

Fonte: Cachuba, 2016

Por fim, há que se mencionar a Eficiência Normalizada a qual evidencia as DMUs verdadeiramente eficientes. Para ser eficiente na fronteira composta normalizada, a DMU precisa necessariamente ter recebido escore de eficiência máxima na fronteira padrão e de ineficiência na fronteira invertida, conforme demonstrado na equação da Figura 2 (CACHUBA, 2016, p. 50, 69).

$$Efic.Normalizada da DMU_k = \frac{Efic. Composta da DMU_k}{Manior Efic. Composta}$$

Figura 2 - Equação eficiência normalizada

Fonte: Cachuba, 2016

## 4 | ETAPAS DE APLICAÇÃO DO MODELO DEA

No contexto da presente investigação, uma vez definida a aplicação do modelo BCC orientado a outputs para calcular a eficiência das DMUs, importa mencionar a modelagem matemática, a saber, a Função Objetivo e as Restrições do Problema ora formulado. De acordo com Cachuba (2016, p. 49), a Função Objetivo representa a eficiência e para o problema desta pesquisa é dada pela maximização do número de outputs mantendo constantes a quantidade original de inputs das DMUs, a referida eficiência é um número que varia entre 0 e 1.

Por fim, as variáveis de decisão são os próprios inputs e outputs do problema, enquanto as restrições são os pesos atribuídos a cada um dos inputs e outputs e são fornecidos pelo software DEA para cada uma das DMUs.

### 4.1.1 Seleção das unidades tomadoras de decisão

Considerando a temática definida para esta pesquisa, em que se optou por selecionar os municípios da Mesorregião Sertão da Paraíba para análise de eficiência por meio de DEA, uma vez que tal faixa territorial se constitui de uma “zona” de alto grau de endemicidade. A Figura 3 apresenta todos os municípios do Sertão paraibano, a saber, a totalidade de DMUs originalmente selecionadas para aplicação do modelo DEA ora explicitado.

Água Branca	Condado	Monte Horebe	São Bentinho
Aguiar	Coremas	Nazarezinho	São Bento
Aparecida	Cural Velho	Nova Olinda	São Domingos
Areia de Baraúnas	Desterro	Olho D'água	São Francisco
Belém do Brejo do Cruz	Diamante	Passagem	São João do Rio do Peixe
Bernardino Batista	Emas	Patos	São José da Lagoa Tapada
Boa Ventura	Ibiara	Paulista	São José de Caiana
Bom Jesus	Igaracy	Pedra Branca	São José de Espinharas
Bom Sucesso	Imaculada	Piancó	São José de Piranhas
Bonito de Santa Fé	Itaporanga	Poço Dantas	São José de Princesa
Brejo do Cruz	Jericó	Poço de José de Moura	São José do Bonfim
Brejo dos Santos	Joca Claudino	Pombal	São José do Brejo do Cruz
Cachoeira dos Índios	Juru	Princesa Isabel	Serra Grande
Cacimba de Areia	Lagoa	Quixaba	Sousa
Cacimbas	Lastro	Riacho dos Cavalos	Tavares
Cajazeiras	Mãe D'água	Santa Cruz	Teixeira
Cajazeirinhas	Malta	Santa Helena	Triunfo
Carrapateira	Manaíra	Santa Inês	Uiraúna
Catingueira	Marizópolis	Santa Teresinha	Veirópolis
Catolé do Rocha	Mato Grosso	Santana de Mangueira	Vista Serrana
Conceição	Maturéia	Santana dos Garrotes	Total = 83 Municípios

Figura 3 - Unidades tomadoras de decisão

Fonte: Elaboração própria, 2018

Diante da exigência da ferramenta matemática aqui abordada (DEA), quanto à homogeneidade entre as DMUs, foi necessário excluir 51 municípios da lista apresentada no quadro acima, os quais não possuíam dados completos referentes a inputs e/ou outputs. O que acabou por configurar o conjunto de DMUs como demonstrado na Figura 4, o qual será efetivamente trabalhado.

Água Branca	Itaporanga	São Bento
Aguiar	Jericó	São João do Rio do Peixe
Belém do Brejo do Cruz	Joca Claudino	São José de Caiana
Bernardino Batista	Lagoa	São José de Espinharas
Cajazeiras	Malta	São José de Piranhas
Catingueira	Nazarezinho	São José do Bonfim
Conceição	Nova Olinda	São José do Brejo do Cruz
Coremas	Poço José de Moura	Serra Grande
Desterro	Pombal	Triunfo
Diamante	Santana de Mangueira	Uiraúna
Ibiara	São Bentinho	Total = 32 Municípios

Fonte: elaboração própria, 2018

#### 4.1.2 Seleção das variáveis

A seleção de variáveis é tida como uma importante etapa da metodologia DEA,

para a qual Soares de Mello et al. (2005) aconselham um método específico de modo que sejam selecionados os melhores pares de inputs e outputs, originados a partir de uma ampla lista de possíveis variáveis relacionadas ao modelo.

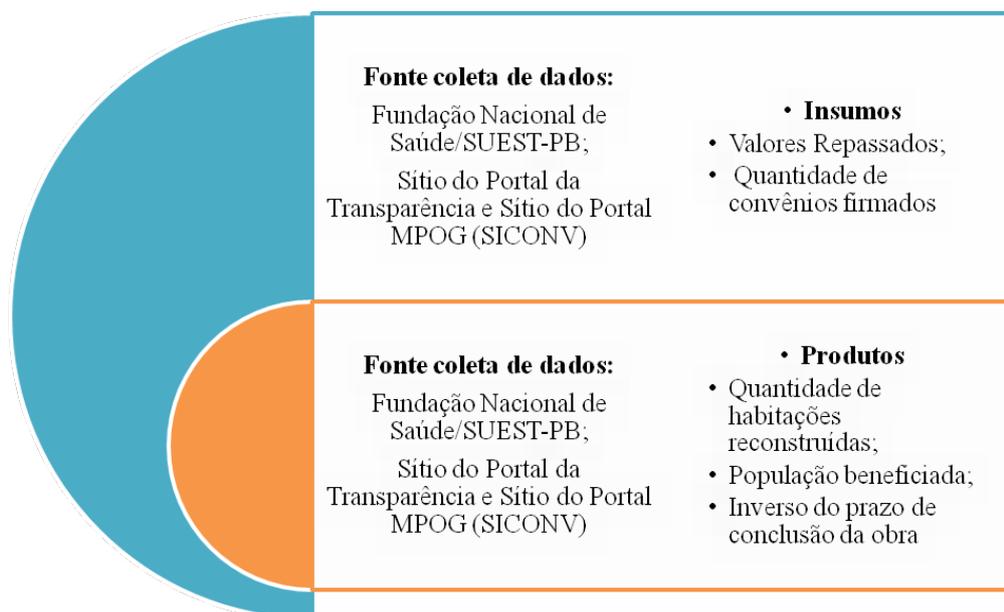


Figura 5 - Fonte de coleta de dados / variáveis selecionadas

Fonte: elaboração própria, 2018

Sobre essa questão, Senra et al. (2007) são enfáticos ao determinarem a utilização de um modelo específico para seleção dos insumos e dos produtos a serem adotados para o problema. Os referidos autores apresentam dois métodos de seleção de variáveis, quais sejam: o método multicritério por combinação inicial e o método multicritério por combinatórios por cenários. Porém, tais autores afirmam que em diversos casos reais de aplicação de DEA há uma disposição de muitas DMUs e poucas variáveis, como é o caso da presente pesquisa. Sendo assim, os autores definem que fica dispensada a utilização dos métodos mencionados para seleção de variáveis.

#### 4.1.3 Carregamento dos dados no software DEA

A etapa de aplicação do modelo no Sistema de Apoio à Decisão é simples e intuitiva. Após definidas todas as variáveis, o passo seguinte consiste em importar os dados em arquivo .txt para o SIAD v.3.0 (DMU, input, output), acessando a aba “Arquivo” e em seguida selecionando a opção “Abrir” para escolher o arquivo de entrada no diretório onde foi salvo. O anexo 1 deste trabalho apresenta o quadro completo para carregamento dos dados no SIAD. Na Figura 6 está evidenciada a primeira tela após o carregamento dos dados (arquivo “.txt” com o nome de cada DMU e os valores dos seus inputs e outputs). Após o carregamento da matriz de dados, seleciona-se o modelo (BCC), a orientação (output) e solicita-se o cálculo de eficiência

no botão “calcular”. O arquivo de retorno do SIAD com os resultados de eficiência também é dado em arquivo de texto.

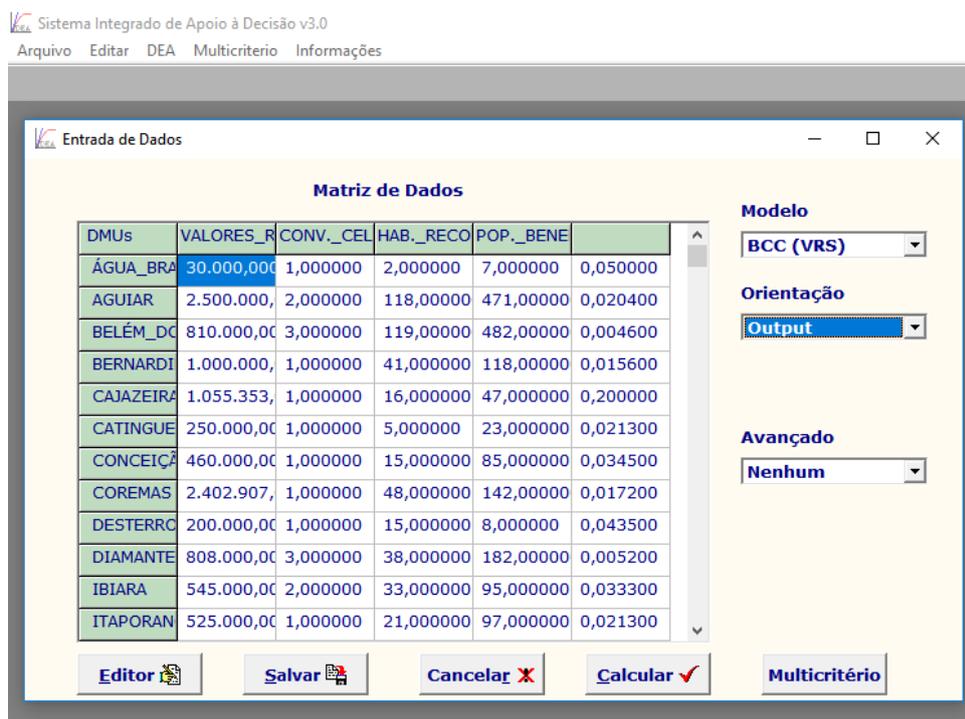


Figura 6- Carregamento dos dados no SIAD

Fonte: elaboração própria, 2018

A análise da eficiência de cada município é realizada a partir da pontuação, comumente denominada na literatura de score, obtida nas fronteiras padrão, invertida, composta e de eficiência normalizada, de modo que seja possível criar um ranking partindo da DMU mais eficiente para a mais ineficiente.

#### 4.1.4 Escores de eficiência das DMU's

Observa-se na Figura 7 que na fronteira padrão os municípios que apresentaram score máximo de eficiência, ou seja, escores iguais a 1, foram: Água Branca, Belém do Brejo do Cruz, Lagoa, Nova Olinda, São Bento e São João do Rio do Peixe. Em linhas gerais, verificando os resultados da tabela abaixo pela análise benevolente da fronteira padrão, apenas 6 DMUs obtiveram escores máximos, ou seja, 18,75% do total de DMUs analisadas foram consideradas eficientes.

DMU	Fronteira Padrão	Fronteira Invertida	Fronteira Composta	Eficiência normalizada
Agua Branca	1,00	1,00	0,50	0,57
Aguiar	0,90	0,78	0,56	0,64
Belém do Brejo do Cruz	1,00	1,00	0,50	0,57
Bernardino Batista	0,62	0,87	0,37	0,43
Cajazeiras	0,45	1,00	0,23	0,26
Catingueira	0,32	0,97	0,18	0,20
Conceição	0,60	0,60	0,50	0,57
Coremas	0,46	1,00	0,23	0,26
Desterro	0,96	1,00	0,48	0,55
Diamante	0,38	1,00	0,19	0,22
Ibiara	0,49	1,00	0,24	0,28
Itaporanga	0,57	0,72	0,43	0,49
Jericó	0,76	0,81	0,48	0,55
Joca Claudino	0,73	0,56	0,58	0,67
Lagoa	1,00	0,84	0,58	0,66
Malta	0,36	1,00	0,18	0,20
Nazarezinho	0,31	1,00	0,16	0,18
Nova Olinda	1,00	0,26	0,87	1,00
Poço de José de Moura	0,94	0,53	0,70	0,81
Pombal	0,77	1,00	0,38	0,44
Santana de Mangueira	0,55	0,53	0,51	0,59
São Bentinho	0,75	0,46	0,64	0,74
São Bento	1,00	1,00	0,50	0,57
São João do Rio do Peixe	1,00	0,46	0,77	0,89
São José de Caiana	0,45	0,99	0,23	0,26
São José de Espinharas	0,85	0,79	0,53	0,61
São José de Piranhas	0,65	0,88	0,39	0,44
São José do Bonfim	0,41	0,61	0,40	0,46
São José do Brejo do Cruz	0,61	1,00	0,31	0,35
Serra Grande	0,34	0,82	0,26	0,30
Triunfo	0,91	0,54	0,68	0,79
Uiraúna	0,91	0,47	0,72	0,82

Figura 7 - Escores de eficiência das DMU's

Fonte: elaboração própria, 2018

Já a eficiência na fronteira invertida, observa-se que doze DMUs apresentaram escores iguais a 1, das quais 3 tinham recebido escore máximo na fronteira padrão. No entanto, sabe-se que a fronteira invertida, apesar de contribuir com o aumento da discriminação entre as DMUs estudadas, apresenta as DMUs com falsa eficiência e que para obter escore máximo na eficiência normalizada, a DMU deve receber escore máximo na fronteira padrão e mínimo na fronteira invertida.

Por fim, observando os resultados da fronteira composta, ou modelo integrado, a qual evidencia a eficiência total das DMUS, verifica-se que o município de Nova Olinda apresentou escore de 0,87 - considerado o mais eficiente.

#### 4.1.5 Análise de eficiência na fronteira normalizada

Na análise da fronteira de eficiência normalizada, observa-se que das 32 DMUs

investigadas, apenas 1 recebeu escore máximo de eficiência, o que representa 0,3% da amostra estudada. A Figura 8, abaixo, apresenta o ranking das DMUs avaliadas na eficiência normalizada, partindo da DMU mais eficiente para a menos eficiente.

Rank	DMU	Eficiência Normalizada
1	Nova Olinda	1,00
2	São João do Rio Peixe	0,89
3	Uiraúna	0,82
4	Poço de José de Moura	0,81
5	Triunfo	0,79
6	São Bentinho	0,74
7	Joca Claudino	0,67
8	Lagoa	0,66
9	Aguiar	0,64
10	São José de Espinharas	0,61
11	Santana de Mangueira	0,59
12	Conceição	0,57
13	Água Branca	0,57
14	Belém do Brejo Cruz	0,57
15	São Bento	0,57
16	Desterro	0,55
17	Jericó	0,55
18	Itaporanga	0,49
19	São José do Bonfim	0,46
20	São José de Piranhas	0,44
21	Pombal	0,44
22	Bernardino Batista	0,43
23	São José do Brejo do Cruz	0,35
24	Serra Grande	0,30
25	Ibiara	0,28
26	São José de Caiana	0,26
27	Coremas	0,26
28	Cajazeiras	0,26
29	Diamante	0,22
30	Malta	0,20
31	Catingueira	0,20
32	Nazarezinho	0,18

Figura 8 - Ranking de DMU's - fronteira de eficiência normalizada

Fonte: elaboração própria, 2018

Tem-se, pois, o ranking das DMU's, na primeira posição, o município de Nova Olinda com escore igual a 1. Na última posição, o município de Nazarezinho com escore igual a 0,18.

## 5 | CONCLUSÕES

A proposta da presente pesquisa foi analisar a eficiência dos municípios da mesorregião Sertão da Paraíba com relação à aplicação dos recursos financeiros advindos do Governo Federal na saúde pública, especificamente, para a manutenção do Controle da Doença de Chagas no período de 2004 a 2013.

Para tanto, utilizou-se uma técnica de Programação Linear, qual seja, Análise Envoltória de Dados, de modo que fosse calculado e explicitado o percentual de desempenho de 32 dos 83 municípios do Sertão paraibano.

O objetivo maior, ora assumido, foi atingido na medida em que se alcançaram os objetivos específicos propostos, a saber: a coleta de dados para as variáveis de

inputs e outputs, a seleção das DMUs a serem estudadas, a inserção de tal base de dados em um software DEA para calcular o índice de eficiência dos municípios, a demonstração dos escores obtidos em um ranking de eficiência e a devida análise dos mesmos.

Desse modo, em resposta aos propósitos da presente investigação, conclui-se que o nível de eficiência dos municípios do Sertão paraibano é majoritariamente baixo, uma vez que no cálculo da eficiência normalizada apenas 01 município, dos 32 analisados, obteve 100% de eficiência, a saber, o município de Nova Olinda.

Ademais, os resultados encontrados evidenciam um alto grau de heterogeneidade nos escores de eficiência entre os municípios estudados, logo, permitem concluir que, na prática, as equipes de governo dos municípios não buscam se espelhar umas nas outras visando à manutenção das melhores práticas na execução dos convênios de MHCD.

Tal afirmação é comprovada pelo fato de que um município de pequeno porte como o de Nova Olinda foi considerado o mais eficiente, já que foi o único a obter escore máximo na eficiência normalizada. Em contrapartida o município de Cajazeiras, por exemplo, que segundo dados do IBGE 2017, possui mais que o dobro do PIB per capita de Nova Olinda, apareceu entre os cinco últimos colocados no ranking do cálculo da eficiência normalizada.

Conclui-se que a presente inquirição se configura como um importante contributo não só para novos pesquisadores do tema, mas também para os gestores municipais e para a população em geral, de modo que, de um lado, a perspectiva de promoção da saúde seja mantida em evidência no campo das Ciências Sociais Aplicadas e, de outro lado, os atores do processo de avaliação de políticas públicas façam uso dos resultados matemáticos apresentados em pesquisas como esta.

## REFERÊNCIAS

ANGULO MEZA, L.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E.G. 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), p. 493-503, 2005. Disponível em: <<http://www.uff.br/decisao/>>. Acesso em: 09 out. 2017.

ANGULO MEZA, L.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E.G.; COELHO, P.H.G. **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, 2005. Disponível em: <<http://www.uff.br/decisao/>>. Acesso em: 09 out. 2017.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 05 de outubro de 1988. Brasília: Senado Federal. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm)>. Acesso em: 11 jan. 2018.

BRASIL. Lei n. 8080, de 19 de setembro de 1990. Lei Orgânica da Saúde. Brasília: Senado Federal. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8080.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8080.htm)>. Acesso em: 11 jan. 2018.

CACHUBA, L. M. **Uma análise da eficiência da oferta de serviços de saúde pública na região de**

**Curitiba por meio de Análise Envoltória de Dados. 2016.** 145 fl. Dissertação (Mestrado em Ciência, Gestão e Tecnologia da Informação) – Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: <<http://www.ppgcgti.ufpr.br/publicacoes/70-uma-analise-da-eficiencia-da-oferta-de-servicos-de-saude-publica-na-regiao-de-curitiba-por-meio-de-analise-envoltoria-de-dados.html>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

COLIN, E. C. Pesquisa Operacional. In:\_\_\_\_\_. **Análise Por Envoltória de Dados: DEA.** Rio de Janeiro: LTC, 2007. cap. 10, p. 142-153.

DIAS, J. C. P. et al. **II Consenso Brasileiro em Doença de Chagas. Epidemiologia e Serviços de Saúde.** Brasília, v. 25, p. 7-86, 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2237-96222016000500007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-96222016000500007)>. Acesso em: 10 jan. 2018.

DIAS, M. R. F. M. **A Eficiência da Atenção Primária à Saúde nos Municípios Pernambucanos sob a Ótica da Análise Envoltória de Dados.** 2016. 69f. Dissertação (Pós-graduação em Gestão e Economia da Saúde) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufpe.br/handle/123456789/18575>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Manual de Elaboração de Projeto de Melhoria Habitacional para o Controle da Doença de Chagas. Brasília, 2013. 54 p.

GALVÃO, C. et al. **Vetores da Doença de Chagas no Brasil.** Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2014. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/mw58j/pdf/galvao-9788598203096.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HEINZEN, K. H. **Eficiência dos gastos públicos com saúde: estudo dos municípios de Santa Catarina no período de 2008 a 2014.** 2017. 57f. Monografia (Bacharelado em Ciências Contábeis) – Centro Socioeconômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/178621>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - IBGE. Estatísticas: Estimativas de População. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/2038-np-estimativas-de-populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?&t=downloads>>. Acesso em: 11 jan. 2018.

JURBERG, J. et al. **Atlas Iconográfico dos Triatomíneos no Brasil (Vetores da Doença de Chagas).** Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, 2014. Disponível em: <[http://www.fiocruz.br/ioc/media/Atlas\\_triatominio\\_jurberg.pdf](http://www.fiocruz.br/ioc/media/Atlas_triatominio_jurberg.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2018.

LINS, M. P. E.; CALÔBA, G. M. **Programação Linear.** In:\_\_\_\_\_. Avaliação de Desempenho: Análise Envoltória de Dados. Rio de Janeiro: Interciência, 2006. cap. 10, p. 255-274.

RICHARDSON, R. J. et al. **Pesquisa Social Métodos e Técnicas.** 3. ed. rev. ampl. São Paulo: Atlas, 1999.

SENRA, L. F. A. C.; NANJI, L. C.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; ANGULO MEZA, L. **Estudo sobre métodos de seleção de variáveis em DEA.** Revista Pesquisa Operacional, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, mai-ago/2007, p. 191-207. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-74382007000200001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-74382007000200001)>. Acesso em: 11 jan. 2018.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; ANGULO MEZA, L.; GOMES, E. G.; BIONDI NETO, L. **Curso de Análise Envoltória de Dados.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, XXXVII, 2005, Gramado. Anais...Gramado-RS, 2005. Disponível em: <[http://www.uff.br/decisao/sbpo2005\\_curso.pdf](http://www.uff.br/decisao/sbpo2005_curso.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2017.

## ANEXO

32	DMUs Muni c í pi os	2		3		
		Val ores_Rep assados	Conv. _Cele brados	Hab. _Rec onst .	Pop. _Benef i ci ada	Inver so_Prazo_C oncl usão
	Água_Branca	30.000	1	2	7	0,0500
	Agui ar	2.500.000	2	118	471	0,0204
	Bel ém_Do_Brej o_Do_ Cruz	810.000	3	119	482	0,0046
	Bernardi no_Batista	1.000.000	1	41	118	0,0156
	Cajazeiras	1.055.353	1	16	47	0,2000
	Catingueira	250.000	1	5	23	0,0213
	Conceição	460.000	1	15	85	0,0345
	Coremas	2.402.907	1	48	142	0,0172
	Desterro	200.000	1	15	8	0,0435
	Diamante	808.000	3	38	182	0,0052
	Ibiara	545.000	2	33	95	0,0333
	Itaporanga	525.000	1	21	97	0,0213
	Jericó	215.000	1	13	47	0,0196
	Joca_Claudio	280.000	1	16	51	0,0303
	Lagoa	750.000	1	61	250	0,0061
	Malta	112.500	1	3	10	0,0179
	Nazaré	500.000	1	13	42	0,0417
	Nova_Olinda	530.000	1	34	134	0,1667
	Poço_De_José_De_Mb ura	1.500.000	1	75	196	0,0303
	Pombal	2.000.000	3	108	344	0,0078
	Santana_De_Manguei ra	455.000	1	19	65	0,0333
	São_Bentinho	370.000	1	14	83	0,0500
	São_Bento	7.000.000	1	232	830	0,0714
	São_João_Do_Rio_Do _Peixe	750.000	1	22	90	0,5000
	São_José_De_Caiana	1.208.000	2	45	148	0,0108
	São_José_De_Espinh aras	250.000	1	15	69	0,0185
	São_José_De_Piranh as	2.150.000	2	79	273	0,0625
	São_José_Do_Bonfim		1	15	56	0,0385

Anexo 1 - Arquivo de texto de entrada - DMU's, Inputs e Outputs

## ANÁLISE DA VIABILIDADE DO PROCESSO DE AUTOMATIZAÇÃO NA LINHA DE MONTAGEM EM UMA EMPRESA DE INTERRUPTORES

**Leonardo Ayres Cordeiro**  
**Matheus Dias Guedes de Oliveira**  
**Nayara Aparecida Rocha Ferreira**  
**Silvia Gabriela Macieira Ramos**

**RESUMO:** Este estudo foi realizado com o objetivo de demonstrar os impactos causados pela automatização na produção de uma empresa de tomadas. O trabalho foi realizado a partir da necessidade da empresa em aumentar a sua capacidade produtiva, visto que a mesma não conseguia atender a demanda existente por seus produtos. A automatização de uma linha de produção poderá permitir a padronização do processo garantindo maior confiabilidade nos itens produzidos, o aumento na produtividade da empresa e uma redução de custos. Este estudo abre a possibilidade de se analisar possíveis mudanças que podem impactar na produtividade da empresa, na qualidade e confiabilidade dos produtos e nos custos com mão de obra. O trabalho realizado foi classificado como um estudo de caso, baseado em pesquisa exploratória e descritiva e teve resultados satisfatórios a partir da possibilidade de aumento na produtividade e redução dos custos da indústria estudada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Automatização Industrial, Produtividade, Redução de Custos, Indústria de Tomadas.

### 1 | INTRODUÇÃO

Anteriormente os sistemas produtivos baseavam-se no processo de manufatura, que eram realizados através de atividades artesanais e manuais. Os trabalhos eram divididos em etapas entre os artesãos, o que demandava um tempo grande de produção com altos custos, mas não garantindo a qualidade nos processos.

Com o avanço da globalização e o advento constante de novas tecnologias, surgem cada vez mais novas tendências que começam a ser amplamente adotadas pelas organizações, na busca por maneiras de aumentar a sua competitividade. Com isso, a automatização está se tornando um pilar quando falamos em meios de produção, principalmente porque gera aumento na produtividade, confiabilidade e velocidade de produção. (GROOVER, 2010).

O presente artigo tem como objetivo demonstrar a viabilidade de um processo de automatização, tendo em vista a necessidade de aumentar a capacidade produtiva e a confiabilidade, além de gerar maior competitividade no mercado por meio da redução de custos. Buscou-se, por este estudo, analisar o impacto da automatização no processo de montagem em uma indústria de material elétrico, situada em Minas Gerais. A automatização nos setores produtivos decorre

de necessidades como elevação de produção, aumento dos níveis de qualidade de conformação e de flexibilidade, aumento da versatilidade para um melhor atendimento da demanda, maiores níveis de confiabilidade da produção, aumento do controle das informações relativas ao processo, melhorias na qualidade, planejamento e controle da produção, redução do custo de operações e manutenção, redução de perdas de materiais e custos de capital. (MORAES; CASTRUCCI, 2001).

A indústria estudada está instalada no município de Contagem - MG, onde ocupa uma área construída de 12.000m<sup>2</sup>. Conta também com escritório comercial em São Paulo - SP. A empresa opera com cerca de 150 funcionários e 70 representantes em todo o país e comercializa seus produtos em mais de 2.300 pontos de venda.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com a Revolução Industrial, dá-se início na Inglaterra um período transitório, entre uma sociedade cujo sistema produtivo artesanal e agrário passa a se transformar em um processo industrial, surgindo então os primeiros equipamentos mecânicos que tinham como objetivo auxiliar o trabalho de produção, transformando mercados, sociedades e modificando a qualidade de vida das pessoas. (SILVEIRA; SANTOS, 1998).

Para Szezerbick (2004), a automação industrial é a aplicação de técnicas, *softwares* e/ou equipamentos mecânicos, que têm como objetivo o aumento da eficiência, substituição ou redução da mão de obra.

Para Groover (2010), os processos produtivos que englobam a utilização de máquinas e robôs, são denominados sistemas automatizados, pois executam determinadas atividades e operações reduzindo ao máximo a participação humana, se comparado ao processo manual equivalente.

O cenário global dos últimos anos, marcado por uma intensa concorrência econômica, fez com que as empresas precisassem se tornar cada vez mais competitivas no mercado, para conseguir sobreviver aos desafios da globalização e manter seus clientes satisfeitos.

Por meio de um maquinário eficiente e com alta capacidade produtiva, a produção automatizada consegue atender uma demanda muito maior em menor tempo e, assim, garante um melhor tempo de resposta aos pedidos, ou seja, o tempo a partir do momento em que um pedido é recebido pela empresa até a entrega ao cliente é menor. (GROOVER, 2010).

Para Araújo (2012), a produtividade está associada à eficiência e ao tempo, ou seja, é a capacidade de alcançar os objetivos e metas com o mínimo de recursos e tempo disponível. Com isso ao aperfeiçoar o tempo e os recursos, melhores resultados serão apresentados.

Segundo Araújo (2012), alta competitividade do mercado atual, obriga as empresas a reduzirem seus custos de produção para que, assim, consigam oferecer

preços atrativos para seus clientes. Um dos principais objetivos da automatização é possibilitar a melhoria e o gerenciamento da produção. Segundo Ohno (1997), a automatização industrial pode ser resumida como o gerenciamento e a melhoria de produção, cujo objetivo principal é o aumento do lucro através da redução de custos.

Existem dois tipos de custos, os custos fixos e os custos variáveis. Os custos fixos envolvem todos os custos que não estão diretamente ligados à quantidade produzida. Ou seja, são aqueles que não sofrem alteração no valor mesmo que haja aumento ou diminuição da produção, por exemplo, os gastos com aluguel ou com limpeza e manutenção de máquinas. Já os custos variáveis são aqueles necessários a produção e seus valores dependem diretamente do volume produzido, como os gastos com matéria prima e energia. Se somarmos os custos fixos e variáveis, obtemos o custo total de produção.

Sabendo que o custo de produção é resultado da combinação de vários recursos utilizados na criação de um produto, deve-se entender que a redução dos custos se baseia na otimização do uso destes recursos. Para conseguir uma alta lucratividade a empresa deve combinar a produtividade com a redução de custos.

Segundo Ohno (1997), para que haja uma redução dos custos é de extrema importância que seja trabalhado os desperdícios na produção. Com isso a empresa consegue elevar o nível de competitividade e se destacar no mercado, obtendo assim custos mais enxutos, fazendo com que a empresa tenha um diferencial frente aos seus concorrentes.

Um dos gastos envolvidos na produção é o investimento feito em máquinas e equipamentos necessários à atividade produtiva. O capital gasto com esse investimento pode ser recuperado através das vendas do produto em um certo tempo e este período de recuperação é chamado de *payback* (SOUZA; CLEMENTE apud ALBANO, 2014). Quanto menor for o valor do *payback*, mais rápida será a recuperação do capital investido, portanto, o *payback* pode representar o grau de risco de um projeto em análise.

Para que a empresa alcance a desejada vantagem competitiva é necessário que os sistemas produtivos operem de maneira eficaz e por um longo período de tempo. Por isso é necessário acompanhar e controlar as possibilidades de falhas no maquinário que possam comprometer a produtividade da empresa. Também é importante que se determine e controle a confiabilidade de seus produtos para garantir que eles tenham a capacidade de desempenhar suas atividades no período de tempo planejado e em condições de uso. Dessa forma, desenvolveu-se a teoria da confiabilidade.

A confiabilidade pode ser amplamente associada ao funcionamento de um produto ou sistema, sem que ocorram quebras ou falhas, sendo amplamente utilizada no planejamento e controle da manutenção de equipamentos correspondendo à probabilidade de um item cumprir a sua especificação, pelo período de tempo e sobre as condições ambientais pré-determinadas. (SIQUEIRA, 2009).

Segundo Lewis (1996), a principal causa da ocorrência de falhas precoces no

produto é oriunda da variabilidade nos processos de manufatura, sendo que ações para controle e melhoria da qualidade dos processos podem reduzir esse número de falhas resultando na melhoria da confiabilidade do produto. A conclusão dos estudos de Lewis (1996) aponta que os esforços para melhoria da confiabilidade em produtos devem se concentrar no estágio de desenvolvimento do produto, especificamente do projeto, do processo e manufatura.

Não só é importante garantir a confiabilidade do produto, mas também a qualidade do mesmo, para que esta atenda ou até mesmo supere as expectativas do cliente. Para realização do controle da qualidade geralmente utilizamos um conjunto típico de ferramentas denominadas “Ferramentas Estatísticas de Qualidade”, mesmo não sendo todas elas estatísticas de fato. São também citadas como “Ferramentas de Controle da Qualidade”.

De acordo com Groover (2010), os sistemas de produção são representados por um conjunto de pessoas, equipamentos e procedimentos que juntos realizam o processo de produção de uma fábrica. A participação humana no processo pode variar bastante de acordo com a necessidade da produção. Baseado nisso, Groover (2010) diferencia três tipos de sistemas:

- a. Sistemas de trabalho manual, em que os trabalhadores realizam tarefas sem a ajuda de ferramentas motorizadas, usando apenas ferramentas operadas através da força humana;
- b. Sistemas trabalhador-máquina, em que o homem opera uma máquina;
- c. Sistemas automatizados, em que o processo é realizado por uma máquina sem a interferência humana.

A decisão de não automatizar não é perpétua, podendo a empresa fazer a substituição da mão-de-obra em outro momento mais oportuno.

O processo de montagem manual terá sua capacidade comparada com a de um modelo automatizado visando demonstrar a viabilidade de implementação do projeto, através da redução de custos, tempo e melhoria na qualidade do produto final.

### 3 | METODOLOGIA

Este artigo configura-se como um estudo de caso, que segundo Gil (2009) consiste em um delineamento profundo de pesquisa em que são utilizados diferentes métodos e técnicas de coleta de dados. O estudo baseou-se em uma pesquisa que pode ser classificada como exploratória e descritiva. De acordo com Acevedo e Nohara (2013), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar uma maior compreensão do problema, possibilitando que o autor trace o fenômeno de forma mais precisa. Já a pesquisa descritiva, não explica o fenômeno em estudo, ela apenas o descreve, porém, o conhecimento proporcionado por ela é essencial para outras pesquisas que tenham como objetivo explicar o fenômeno.

A presente pesquisa trabalhou com dados quantitativos, que segundo Perovano (2016) constituem-se de pesquisas de levantamentos e qualitativos que se constituem de análises comportamentais humanas e de cenários e ambientes. O estudo foi realizado também com observações de campo, por meio de visitas à empresa estudada, onde ocorriam análises qualitativas do ambiente de trabalho, da linha de produção, dos funcionários e do método de produção utilizado. Além disso, foram coletados dados quantitativos acerca do tempo gasto pelas funcionárias na produção e da quantidade de peças produzidas pela empresa. Os dados qualitativos coletados são pertinentes a abordagens de qualidade e confiabilidade nos produtos.

O universo do estudo foi uma empresa de produção de tomadas e interruptores, sendo a amostragem o setor de montagem de tomadas. Os dados quantitativos foram baseados em médias de produção fornecidas pela empresa.

## **4 | APRESENTAÇÃO DE DADOS**

### **4.1 Sistema de Produção Manufaturada**

A pesquisa foi realizada no setor de montagem da indústria estudada. Este setor conta com um total de 7 funcionárias, e o processo de montagem das tomadas era manual, tendo assim uma limitação para a produtividade, já que os montadores necessitam de acumular um aprendizado para realização desta atividade. A indústria tem uma necessidade de aumentar a sua produção e uma possível solução seria realizar a automatização deste setor.

O fluxo de produção no setor de montagem conta com um processo não automatizado com 1 operação (montagem da tomada) da qual 5 estágios desta operação podem ser automatizados, conforme ilustra a Figura 1, a seguir.

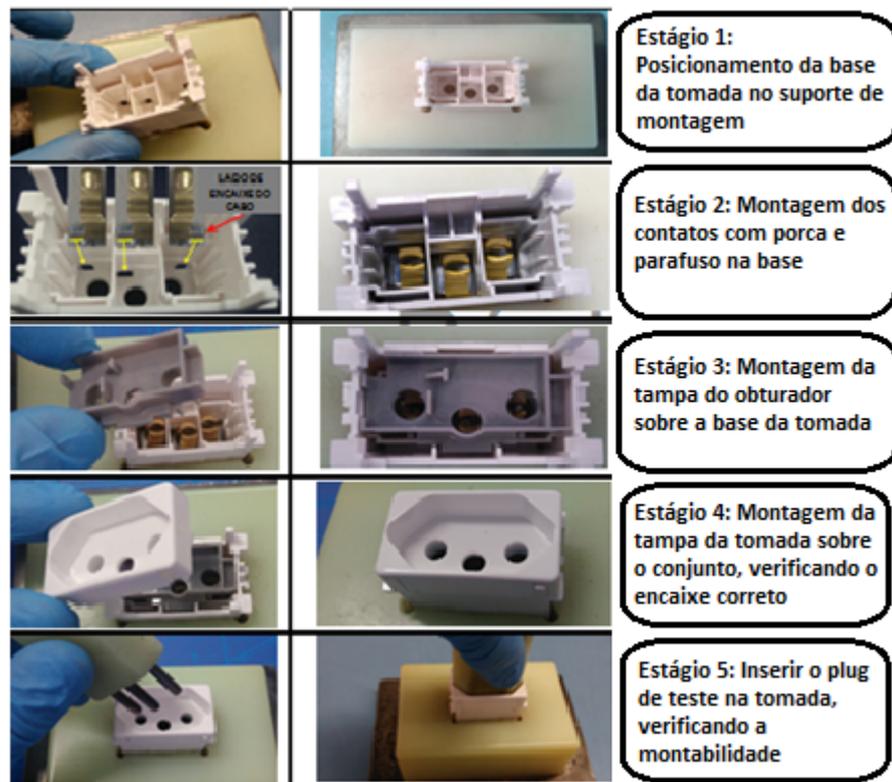


Figura 1: Processo de Montagem Manual da Tomada

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

O ciclo de produção começa com o abastecimento dos componentes a serem utilizadas na montagem da tomada, sendo que todo o processo ocorre no mesmo local. Cada colaborador inicia a montagem posicionando a base no suporte de montagem, assim são inseridos os contatos com a porca e parafuso. É montada a tampa do obturador sobre a base da tomada, e por fim é fixada a tampa da tomada sobre o conjunto. Todos os funcionários que trabalham na montagem são orientados a realizar uma inspeção visual em todas as peças produzidas, inserindo o plugue de teste na tomada e verificando assim se a peça não apresenta problemas de encaixe em sua montagem ou qualquer outra anomalia. Caso seja encontrada alguma anomalia deve-se informar ao setor de qualidade. Caso as peças sejam aprovadas, estas seguem para o empacotamento.

Devido a necessidade de aumentar a produtividade da empresa, foi elaborado um diagrama de Ishikawa (Figura 2) para apurar as causas raízes do problema.

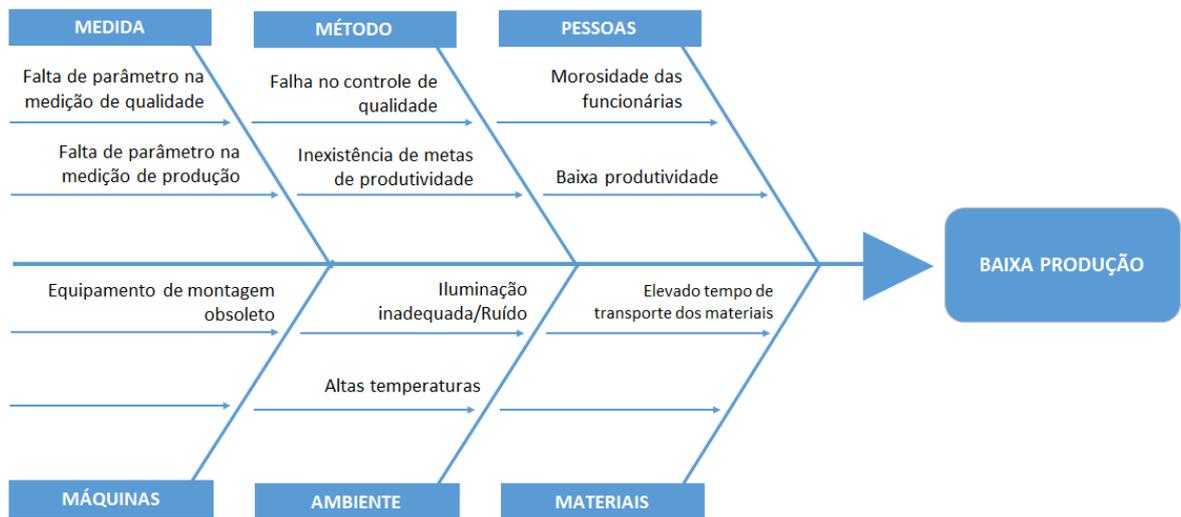


Figura 2: Diagrama de Ishikawa

Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com o apurado em *brainstorming* feito na empresa, que resultou no diagrama representado pela Figura 2, o principal problema estava no gargalo de produção apontado na montagem da tomada. O tempo estimado da montagem manual da tomada era de 4 peças por minuto, totalizando assim uma média de 235 unidades por hora.

Com base em um estudo prévio sobre automatização feito pela empresa, constatou-se que a aquisição de uma máquina de montagem seria uma grande alternativa para o problema. Assim, deu-se início a um estudo do *Lead Time* do processo de montagem para obter resultados sobre a viabilidade do investimento.

O projeto para a implantação da máquina foi considerado, a princípio, viável por dois motivos: os números obtidos quando cronometrado o processo manual eram baixos em relação aos possíveis resultados da máquina e, a produção manual não estava atendendo a demanda.

#### 4.2 Sistema de Produção Automatizado

Ao analisar o processo manual, foi desenvolvido o estudo a seguir para a automatização, visando otimizar a produção e reduzir a mão de obra. O fluxo de produção automatizado possuía quatro estágios, conforme ilustra a Figura 3.

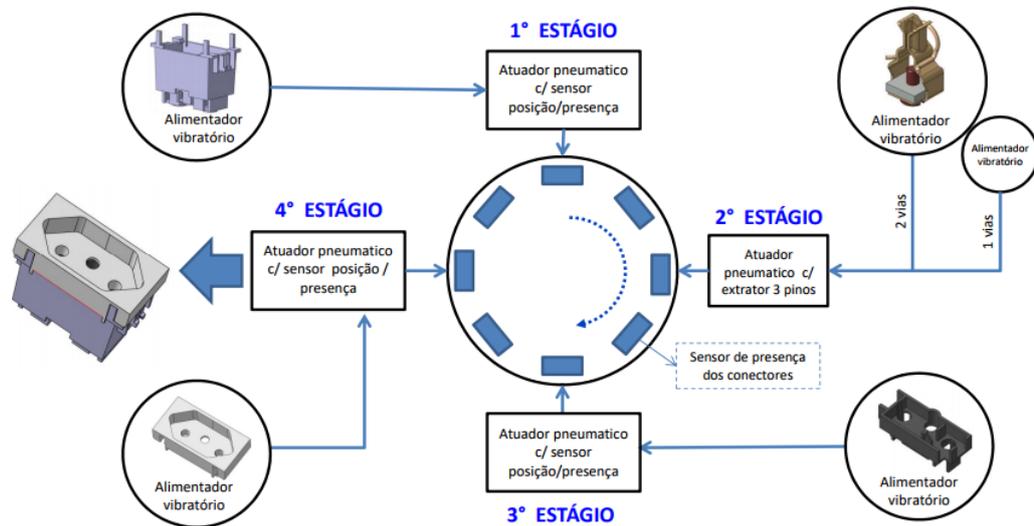


Figura 3: Operação de Montagem Automatizada

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

O sistema funciona com a alimentação manual dos componentes, necessitando assim de 1 colaborador para realizar esta etapa do processo. Após o abastecimento, os componentes são transportados para o indexador circular, que executa a montagem do conjunto em 4 estágios e transporta o conjunto montado a um recipiente apropriado, conforme ilustra a Figura 3.

De acordo com a empresa responsável pelo projeto, juntamente com a equipe técnica, o tempo estimado de montagem da tomada no processo automatizado é de 30 peças por minuto, totalizando uma média de 1.800 unidades por hora.

## 5 | ANÁLISE DE DADOS

### 5.1 Produtividade

Baseado em dados obtidos na operação de montagem manual e os dados estimados na operação de montagem automatizada, com base anual, foi elaborado uma simulação do aumento da produção e a redução do custo.

Com o modelo automatizado, se supôs obter um aumento de aproximadamente 114,28% em relação ao modelo manual, considerando que a máquina poderia trabalhar em 2 turnos, ou seja, 16 horas, dependendo apenas de 1 colaborador por turno, havendo assim uma redução de 6 colaboradores.

Produção	Peças/Min	Número de minutos por ano	Total	% relativa a produção manual
Manual (8H) com 7 montadores	28 pçs (4 pçs por montador)	120.960	3.386.880 pçs	-
Automatizado com 1 turno (8H)	30 pçs	120.960	3.628.800 pçs	7,14%
Automatizado com 2 turnos (16H)	30 pçs	241.920 (2 turnos)	7.257.600 pçs	114,28%

Tabela 1: Tabela comparativa da produção automatizada e não automatizada

Fonte: Elaborada pelos autores

## 5.2 Redução de custos

A redução de custo, nesta primeira análise, foi calculada tomando como base apenas a redução da mão de obra direta (MOD), cujo custo mensal foi considerado o total pago aos funcionários acrescidos dos encargos trabalhistas. As estimativas podem ser visualizadas na Tabela 2, a seguir.

<b>Investimento</b>	R\$ 470.400,00
<b>MOD</b>	7
<b>Redução de MOD anual</b>	6
<b>Custo MOD mensal</b>	R\$ 2.200,00
<b>Redução MOD anual</b>	R\$ 158.400,00
<b>Payback (anos) com base na redução de mão de obra</b>	3,0

Tabela 2: Tabela Redução de Mão de Obra

Fonte: Elaborado pelos autores

Também foi analisada uma possibilidade de alteração no projeto. No processo manufaturado, ao serem inseridos os contatos é necessário que seja colocada a tampa do obturador para que os mesmos não saiam do lugar, como demonstrado na Figura 1, estágio 3. No processo automatizado, a máquina tem a possibilidade de inserir esse contato com uma maior pressão fazendo com que ele fique cravado na

base, excluindo-se assim esta tampa. Uma segunda análise com a representação da redução deste custo referente a essa alteração de projeto está na Tabela 3, a seguir. O custo de cada tampa do obturador era de R\$ 0,07 por peça. Assim, considerando 1 turno de trabalho e a produção anual de 3.628.800 peças, obteve-se os dados a seguir.

<b>Investimento</b>	R\$ 470.400,00
<b>Eliminação da tampa do obturador</b>	R\$ 230.828,47
<b>Payback (anos) com base na retirada da tampa</b>	2,0

Tabela 3: Tabela com alterações técnicas

Fonte: Elaborado pelos autores

A Tabela 4, a seguir, mostra como fica o *payback*, considerando as duas possibilidades de alteração: redução de mão de obra direta e exclusão do componente tampa o obturador.

<b>Investimento</b>	R\$ 470.400,00
<b>MOD</b>	7
<b>Redução de MOD</b>	6
<b>Custo MOD</b>	R\$ 2.200,00
<b>Redução MOD anual</b>	R\$ 158.400,00
<b>Retirada da tampa do obturador</b>	R\$ 230.828,47
<b>Payback (anos) considerando as duas possibilidades</b>	1,2

Tabelas 4: Tabela com Redução de Mão de Obra e Alterações Técnicas

Fonte: Elaborado pelos autores

### 5.3 Confiabilidade/Qualidade

Segundo os estudos de Lewis (1996), a principal ocorrência de falhas nos processos é oriunda da variabilidade do processo, o que ocorre com uma frequência bem maior se tratando de processos de manufatura, principalmente por variações dos próprios operadores.

A confiabilidade está relacionada com ganhos de produção. No processo

manufaturado, peças defeituosas geram custo de tempo, levando ao retrabalho para correção das mesmas. Segundo Lewis (1996), a melhor maneira de se alcançar um nível alto de confiabilidade e qualidade seria se concentrar no estágio de desenvolvimento do produto, especificamente no projeto do processo e manufatura, reduzindo ao máximo essa variabilidade existente no processo.

A automatização elimina o principal ponto de variabilidade existente no processo, que seriam os colaboradores, gerando assim a padronização no processo de montagem, com uma confiabilidade próxima a 99,9%, segundo a especificação da máquina, gerando assim um número ínfimo de inconformidades no produto.

Por fim, atualmente, na produção manual, a qualidade era atestada ao se realizarem testes manuais no produto ao final da montagem. Como os produtos defeituosos tinham a possibilidade de serem desmontados e retornarem ao início do fluxo de produção, o índice de qualidade ficava próximo de 100%. No entanto, há de se considerar o tempo gasto no retrabalho, que era demasiado e que leva a variabilidades nos volumes de produção. Por não fazerem parte dos apontamentos da empresa, estes dados não foram apurados e nem contabilizados.

#### 5.4 Comparações dos dados

Após a descrição de ambos os processos, foi feita a Tabela 5, para comparação dos dados.

As informações para comparação consideram a produção manual por minuto de 7 montadores, em um único turno de 8 horas e 252 dias trabalhados em um ano, totalizando 120.460 minutos por ano. No processo automatizado foi considerado que a produção seria realizada em 1 turno.

Variáveis	Processo não automatizado	Processo automatizado (1 turno)	Número de minutos por ano	Total do processo não automatizado em 12 meses	Total do processo automatizado em 12 meses
<b>Produção</b>	28 pçs/min	30 pçs/min	120.460	3.386.880 pçs	3.628.800 pçs
<b>Redução de Custo de MOD</b>	n/a	R\$158.400,00	120.460		
<b>Redução de custo por retirada de componente</b>	n/a	R\$ 230.828,47	120.460		
<b>Lead Time</b>	15 seg	2 seg			
<b>Colaboradores</b>	7	1			

Tabela 5: Tabela comparativa de processo automatizado e não automatizado

Fonte: Elaborado pelos autores

Os possíveis ganhos financeiros com produtividade não foram calculados, pois dependem da posição de vendas, ou seja, da venda do total a mais de peças que o processo automatizado possibilita. Com esta possível venda haveria a geração de lucro, o que reduziria ainda mais o *payback*. Há também a possibilidade de implementar um segundo turno na empresa, o que praticamente dobraria a produção, consequentemente gerando mais lucro. Esta possibilidade também pode ser acionada se for identificado viabilidade para escoamento total da produção por vendas.

## 6 | CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo tornou possível a análise das vantagens obtidas na automatização de um processo manual, onde podemos obter melhorias em diversos quesitos na linha de produção.

Este trabalho apresentou um estudo de caso em uma indústria no setor de montagem de tomadas, fazendo análise do *Lead Time*, do custo e da qualidade do processo para a montagem desse item.

O objetivo desse estudo foi demonstrar como a automatização da linha de produção pode impactar nos resultados qualitativos e financeiros da empresa, reduzindo gastos de mão de obra e a variabilidade do processo, gerando um aumento na padronização do produto final, aumento na capacidade de produção e melhoria na confiabilidade e qualidade do processo como um todo.

Outro ponto demonstrado por meio deste estudo foi à possibilidade de implementação de um segundo turno de trabalho na empresa, que também não foi abordado nos cálculos para a viabilidade, mas aparece como uma alternativa interessante, onde seria possível dobrar a produção. No entanto, este trabalho não teve como escopo um estudo mais aprofundado a respeito do mercado e da posição de vendas, o que poderia minimizar ainda mais o tempo de *payback*. Este estudo fica como uma sugestão, caso a empresa trace planos para o crescimento de sua produção.

## REFERÊNCIAS

ACEVEDO, Claudia Rosa; NOHARA, Jouliana Jordan. **Como fazer monografias: TCC, Dissertações e Teses**. 4 ed. rev e atual. São Paulo: Atlas. 2009.

ALBANO, Junior Cezar da Silva. **Estudo de viabilidade econômica da expansão e automatização do setor de embalagem em agroindústria avícola**. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR. 2014.

ARAÚJO, Manuel António de Almeida Figueiredo. **Estratégias de Melhoria Contínua: Aplicação numa indústria de calçados**. 2012. Relatório de Projeto – Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

CITISYSTEMS. **O Que é Automação**. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/o-que-e-automacao-industrial/>>. Acesso em: 07 Mar. 2017.

- GIL, Antonio Carlos. **Estudo de Caso – Fundamentação Científica; Subsídios Para Coleta e Análise de Dados; Como Redigir o Relatório.** 1 ed. São Paulo: Atlas. 2009.
- GROOVER, Mikell P. **Automação Industrial e Sistema de Manufatura.** 3 ed. São Paulo: Pearson. 2011.
- LEWIS, E. **Introduction to reliability engineering.** USA: John Wiley & Sons. 1996.
- LONGENECKER, J. G.; MOORE, C. W.; PETTY J. W. **Administração de pequenas empresas: ênfase na gerência empresarial.** São Paulo: Makron Books, 2004.
- MORAES, Cicero Couto; CASTRUCCI, Plínio Lauro. **Engenharia de Automação.** 1. ed. [S.I.]: LTC. 2001.
- OHNO, TAIICHI; **O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala.** 5 ed. [S.I.]: Bookman. 1997
- PEROVANO, Dalton Gean. **Manual de Metodologia Científica.** 1 ed. [S.I.]: Jurua. 2014.
- PEROVANO, Dalton Gean. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica.** 1 ed. [S.I.]: Intersaberes. 2016.
- SELEME, Robson; SELEME, Roberto Bohlen. **Automação da Produção: abordagem gerencial.** 2. ed. Curitiba: IBPEX. 2008.
- SILVEIRA, Paulo R. da; SANTOS, Winderson E. **Automação e Controle Discreto.** 9 ed. Érica: 1998.
- SIQUEIRA, Iony Patriota de; **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implementação.** 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2012.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção.** 3 ed. São Paulo: Atlas. 2009.
- SZEZERBICK, A. S. Henry Ford: **A visão inovadora de um homem do início do século XX.** 2004. Artigo - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, Paraná.

## ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM UMA UNIVERSIDADE

### Roni Mateus Machado Rigo

Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

### Anderson Felipe Habekost

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Rio Grande do Sul.

### Cristiano Roos

Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

**RESUMO:** A energia solar fotovoltaica é uma das fontes de energia limpa e renovável que apresenta melhor eficiência na geração de energia elétrica. No entanto, o alto custo presente da instalação ainda é um dos fatores que limita sua disseminação, custo este proveniente de materiais importados. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi verificar a eficácia de sistemas fotovoltaicos analisando a viabilidade econômica dos painéis como principal fonte de energia para do setor da reitoria da Universidade Federal de Santa Maria. Para o desenvolvimento do projeto, 16 cenários foram simulados com diferentes superfícies de instalação e potências efetivas, em conjunto com o sistema de bandeira tarifarias vigente proposto pela ANEEL. Os métodos econômicos utilizados foram o Valor Presente Líquido, Taxa interna de Retorno, Payback Simples e Payback Descontado. Utilizou-se também

para a métrica de custo de geração de energia o método LCOE. Com o auxílio conjunto dos métodos empregados foi conclusivo a viabilidade econômica do investimento para todos os cenários analisados. Sendo estes relacionados a instalação em superfícies com suportes pré-estabelecidos, mais atrativos em relação a instalação de superfícies sem suporte, em solo. Sabendo disso, e sabendo também que a Engenharia de produção é importante para estudos de aumento de produtividade e eficiência, desenvolvemos o trabalho, baseado em dados reais de consumo de energia, rendimento e orçamento para a reitoria da UFSM.

**PALAVRAS-CHAVE:** Engenharia econômica, Sistema fotovoltaico, Universidade Federal de Santa Maria, Reitoria, Análise de investimento.

### 1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o panorama energético mundial tem sofrido diversas mudanças devido ao desenvolvimento econômico e à demanda energética crescente. Segundo Kannan e Vakeesan (2016), a ascensão econômica é diretamente proporcional à demanda energética de um país. A matriz energética brasileira é composta, principalmente, por fontes ligadas a hidrelétricas. Segundo o site da ANEEL (2017a),

cerca de 60,97% da produção de energia elétrica no território brasileiro provem de usinas hidroelétricas (UHE). No entanto, mesmo que usinas hidroelétricas sejam consideradas limpas e renováveis, suas aplicações ainda são discutíveis. Uma vez que causam danos ambientais e necessitam de uma área de alagamento considerável para sua implementação.

Os sistemas fotovoltaicos são considerados como uma das fontes de energia renováveis mais promissoras atualmente. Sua configuração simples e de fácil integração com o ambiente urbano auxilia na sua inserção em qualquer meio, (DÁVI et al., 2016). Segundo Lee et al. (2016), os locais mais comuns de instalações fotovoltaicas são universidades, uma vez que elas atuam como exemplo do desenvolvimento tecnológico sustentável para os demais setores da sociedade. A elevada vida útil do equipamento e o baixo custo de manutenção requerido para o funcionamento do sistema são argumentos decisivos na viabilização de um investimento que dura por mais de duas décadas (BHANDARI et al., 2015). Como o território brasileiro possui um alto índice de irradiação, ele tem um amplo potencial para a implantação da tecnologia fotovoltaica em seu território, (FERREIRA et al., 2018). Segundo Ciriminna et al. (2015), a tecnologia fotovoltaica possui menor custo de geração de energia quando comparada à geração de energia pela queima de combustíveis fósseis.

Segundo Ferreira et al. (2018), este setor ainda é deficiente devido a falta de informação, conhecimento sobre fontes de energia renováveis e compreensão dos envolvidos nesta área, que por sua vez tendem a evitar riscos econômicos e financeiros relacionados ao desenvolvimento de projetos associados a sistemas fotovoltaicos. Sabendo disso, e sabendo também que a Engenharia de produção é importante para estudos de aumento de produtividade e eficiência desenvolvemos o presente trabalho, com intuito de analisar por métodos econômicos a viabilidade e eficiência da instalação de sistemas fotovoltaicos na reitoria da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Estudos relacionados

Atualmente os sistemas fotovoltaicos têm sido apresentados como uma excelente solução para a crise energética e aumento de valores do kw estabelecida nas últimas décadas pelas concessionárias de energia. Segundo Campos et al. (2014) em seu estudo sobre viabilidade técnica e econômica da instalação de um sistema fotovoltaico na Universidade Federal e Tecnológica do Paraná (UTFPR), é fundamental a análise da demanda energética assim como do período Payback de retorno do capital investido para este modelo de projeto. No estudo de viabilidade econômica de expansão de sistemas fotovoltaicos instalados no campus da UNH (University of New Hampshire) em New England, Lee et al. (2016) utilizaram parâmetros de avaliação econômica

como o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) para suas análises. Segundo Rodrigues et al. (2016), no estudo do custo-eficácia de sistemas fotovoltaicos, os métodos econômicos mais utilizados para indicar a rentabilidade de um projeto são: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Payback Simples (PBS), Payback Descontado (PBD). Com base nos indicadores econômicos VPL, TIR e Payback Simples, Mondal e Islam (2011) encontraram condição favorável para o desenvolvimento do sistema fotovoltaico solar de 1 MW, conectado à rede, em Bangladesh. Com auxílio dos métodos VPL, TIR e Payback Simples, Weidaa, Kumarb e Madlenerb (2016) obtiveram estatísticas financeiras que demonstraram a possibilidade de sistemas fotovoltaicos serem competitivos, em termos econômicos, em relação a fontes de geração de eletricidade baseadas nos combustíveis fósseis na Alemanha.

O custo total do projeto é fundamental para a análise do retorno sobre o investimento. Assim levando em consideração o tempo e a geração de energia, é possível determinar o custo por unidade de energia produzida ou o Levelized Cost of Energy (LCOE), (VERMA; DONDAPATI, 2017). Baseado nos custos anuais, periódicos, iniciais e de vida-útil, Weidaa, Kumarb e Madlenerb (2016), utilizaram o método LCOE para estimar os custos totais da instalação de um sistema fotovoltaico na Alemanha. Segundo Patil et al. (2017), o LCOE é uma das principais métricas para avaliar o desempenho e a capacidade de armazenamento de sistemas fotovoltaicos.

## 2.2 Análise de Investimentos

Conforme Puccini (2011), a base dos métodos utilizados em análise de investimentos depende dos retornos fornecidos pelos fluxos de caixa associado aos projetos em estudo. É fundamental para o controle e racionalização de recursos de capital, a análise prévia do investimento, logo o conhecimento dos valores de tempo e dinheiro são critérios essenciais para qualquer decisão neste tema, (HIRSCHFELD, 2000). Assim, vários métodos podem ser usados de forma combinadas.

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é considerada como uma taxa razoável de retorno, e estabelece a avaliação e a seleção de alternativas em um empreendimento, (BLANK; TARQUIN, 2012). O Valor Presente Líquido (VPL) é definido como a diferença entre o valor presente, o valor futuro do fluxo de caixa e do custo do investimento, (ROSS; WESTERFIELD; JORDAN, 2010). Desta forma, com base nas taxas e retornos, o VPL compara o valor de um investimento hoje com o valor futuro do capital investido. O VPL é um dos métodos mais efetivos de avaliar a viabilidade de um projeto de longo prazo.

Segundo Blank e Tarquin (2012), a Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa obtida devido ao saldo não recuperado de um investimento, de modo que o valor do saldo final é levado a exatamente zero, considerando as taxas, quando realizado o último desembolso. A atratividade de um investimento tem direta relação com o valor da TIR, ou seja, uma TIR alta indica que a oportunidade de investimento é favorável,

(RODRIGUES et al., 2016).

O Payback Simples é uma técnica de análise aproximada, logo que a mesma não considera nenhum tipo de desconto envolvido, isto é, o valor do tempo do dinheiro é completamente ignorado, (ROSS; WESTERFIELD; JORDAN, 2010). Desta forma, o Payback Simples não deve ser considerado como um parâmetro econômico confiável, e sim, deve ser utilizado apenas como uma ferramenta de estimativa ou para fornecer informações suplementares (BLANK; TARQUIN, 2012). Assim como o Payback Simples o Payback Descontado também é baseado no reembolso de um investimento inicial, no entanto este método considera o rendimento do dinheiro ao longo do período determinado. (ROSS; WESTERFIELD; JORDAN, 2010).

Outra metodologia é a Levelized Cost of Energy (LCOE), essencial para a avaliação comparativa da relação custo-eficácia de diferentes tecnologias para a geração de energia, (BRANKER; PATHAK; PEARCE, 2011). Utilizado como prática padrão no setor de geração de energia, a metodologia LCOE serve como critério de referência pelo qual a maioria dos projetos de energia são julgados (DE ANDRES et al., 2017). Segundo Pawel (2014), o LCOE é definido como o custo de vida útil de um investimento dividido pela energia acumulada gerada por este investimento. No entanto, o método não inclui os riscos e nem outros métodos de financiamento disponíveis para a tecnologia em questão (BRANKER; PATHAK; PEARCE, 2011).

### 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O local escolhido para a realização e exemplificação do projeto foi o prédio da Reitoria da UFSM, na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul. A coleta de dados técnicos relacionados ao consumo, custo e demanda da energia elétrica da unidade observada proporcionou o desenvolvimento de 16 cenários que abordam diferentes demandas e arranjos, conforme a unidade e os sistemas fotovoltaicos relacionados. A configuração dos cenários foi baseada nos diferentes locais de instalação e os locais de instalação fazem referência ao tipo de superfície aplicada. Quanto à potência instalada, após a análise do consumo da reitoria, decidiu-se pelo dimensionamento do equipamento baseado no consumo médio mensal do local. As informações em relação à instalação, custos, rendimento e manutenção dos sistemas fotovoltaicos foram fornecidas por uma empresa do setor. Em relação aos cálculos de viabilidade econômica utilizou-se a taxa da inflação dos últimos 10 anos e o rendimento médio mensal da poupança dos últimos 5 anos.

Após a coleta de dados, definição dos cenários e das taxas aplicáveis nos cálculos de análise econômica, foi possível verificar a viabilidade do investimento em questão. Desta forma, para a realização dos cálculos utilizou-se os métodos discutidos na etapa de referência bibliográfica, como o VPL, TIR, Payback Simples, Payback Descontado e LCOE. Assim, a última etapa contemplou a conclusão apontada a partir dos dados estabelecidos nas fases anteriores.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Afim de encontrar no meio comercial um sistema fotovoltaico que atenda as demandas energéticas da reitoria, foi preciso realizar uma coleta e uma análise dos dados relacionados ao consumo energético do edifício. Com o auxílio de um aparelho de medição instalado durante o período de 08/03/2015 à 25/02/2016, foi possível coletar dados de consumo energético registrados a cada 15 minutos diariamente. O aparelho utilizado nesta medição registrou 68.004 dados de consumo entre dois transformadores que alimentavam a reitoria. Desta forma foi possível especificar e analisar diversos valores importantes para o dimensionamento do sistema fotovoltaico, como o consumo máximo, mínimo e médio diário do período. O consumo máximo registrado nas medições foi de 124,117 kWh, observado às 14:00 horas do dia 25/01/2016. E o consumo mínimo observado foi de 1,996 kWh, registrado às 19:30 do dia (23/05/2015). O valor de consumo médio mensal encontrado foi de 21,875 kWh durante o período observado.

### 4.1 Tarifa da energia elétrica

Para o seguimento deste trabalho foi necessário obter os dados referentes à tarifa de energia elétrica. Segundo a fatura eletrônica emitida pela RGE Sul referente ao mês de setembro de 2017, cedida pela PROINFRA (Pró Reitoria de Infraestrutura) da UFSM, foi possível constatar que a mesma pertence à tarifa horária azul, subgrupo A4 (2,3 a 25kV). Assim, pode-se comparar o custo da energia ativa em R\$/kWh em horário de ponta e fora de ponta entre abril de 2016 e maio de 2017 com auxílio da Tabela 1 retirado do site da RGE Sul (2017b), onde não estão inclusos valores adicionais de bandeiras, ICMS, PIS e COFINS.

Subgrupo A4 (2,3 kV a 25 kV)	Ponta (R\$/kWh)		Fora de ponta (R\$/kWh)	
	Abril 2016	Maio 2017	Abril 2016	Maio 2017
Poder/Serviço público	0,463210	0,403080	0,325970	0,277050

Tabela 1 – Energia ativa em R\$/kWh

Fonte: Adaptado de RGE Sul (2017a).

O sistema de bandeiras tarifárias é um dos principais acessórios acrescentados a tarifa. Em vigor desde março de 2015, o sistema se baseia nas condições de geração de energia elétrica do país para repassar ou não um custo extra por kWh ao consumidor final. Assim conforme três bandeiras de cores (verde, amarela e vermelha) alusão a cores dos semáforos, é possível indicar se haverá ou não acréscimo no custo da energia. No caso da bandeira vermelha, tem-se ainda uma divisão em dois patamares

conforme o nível dos reservatórios estabelecidos.

## 4.2 Sistemas fotovoltaicos

Há uma expressiva diferença de custo entre a instalação em superfícies cobertas, como telhados e lajes, e superfícies com ausência de estrutura, como o solo. Segundo a empresa consultada para a realização dos orçamentos, o valor da instalação é aumentado, caso a superfície desejada não apresente estrutura, pois é necessário a instalação de um suporte de sustentação extra para o posicionamento dos painéis. Assim decidiu-se pela instalação dos painéis em edifícios e na região de campo próximo a reitoria. Logo, o fator de comparação do custo benefício entre a instalação no chão e em um edifício se apresentou como opção proveitosa para a documentação nesta pesquisa.

Outro fator importante para a construção dos cenários é o rendimento dos sistemas fotovoltaicos. O equipamento utilizado foi dimensionado conforme os dados de consumo energético médio mensal da reitoria, assim decidiu-se que devido ao alto valor de consumo da unidade, seria benéfico que o sistema projetado contemplasse dois extremos dessa demanda. Desse modo, tendo como referência o consumo médio mensal, foi possível obter dois sistemas que atendessem a 73,77513% e 111,3088% da demanda média mensal, assim sistemas com 460 e 694 módulos produzindo 147,2 kWp e 222,08 kWp de potência nominal. Desse modo, considerando as duas superfícies diferentes de instalação, as potências nominais estabelecidas e os sistemas de bandeira tarifária vigente, foi possível a mensuração dos 16 cenários, conforme tabela 2.

	Cenário				Potência Nominal (kWp)	Custo Do SFV (Em reais – R\$)	Número De painéis (320 Wp)	Potência Efetiva (kWh) Ano
	Verde	Amarela	Vermelha I	Vermelha II				
Solo	1	5	9	13	147,2	647.037,00	460	193.659,7
	2	6	10	14	222,08	968.846,40	694	292.173,6
Edifício	3	7	11	15	147,2	611.347,90	460	193.659,7
	4	8	12	16	222,08	915.002,40	694	292.173,6

Tabela 2 – Sistemas fotovoltaicos e distribuição dos cenários

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

## 4.3 Viabilidade econômica

Conforme os dados de rendimento, custos de manutenção e lucratividade estimada, foi possível a elaboração de uma planilha que calcula os métodos econômicos utilizados para aferir a viabilidade do projeto. Desse modo, o produto do desempenho

dos sistemas fotovoltaicos é calculado multiplicando o rendimento médio mensal de cada sistema pela tarifa de energia elétrica já acrescida da bandeira referente ao período determinado. Considerou-se como taxa de correção da tarifa elétrica a taxa de juros anual equivalente calculada com referência a inflação nos últimos 10 anos, conforme a Tabela 8. A inflação também inferiu nos custos de manutenção relacionados ao DPS e a limpeza dos painéis.

A apresentação dos cálculos para cada cenário será dividida conforme a bandeira vigente, afim de facilitar a compreensão e estabelecer a comparação entre os resultados. Isto porque as bandeiras apresentam diferentes valores adicionais a tarifa. A bandeira verde, única que não possui valor adicional, apresenta custo atual de R\$ 0,524 por KWh consumido, com o ICMS incluso. Portanto, com referência no valor desta tarifa, foram realizados os cálculos previstos para a análise econômica. A Tabela 3, apresenta os valores obtidos nos cálculos de *Payback* Simples, *Payback* Descontado, TIR e VPL.

Cenário	<i>Payback</i> Simples (em meses)	<i>Payback</i> Descontado (em meses)	TIR (Ao mês)	VPL (Em reais – R\$)
1	93	124	1,24%	979,348.91
2	93	125	1,23%	1,466,632.93
3	89	118	1,29%	1,015,038.01
4	90	119	1,28%	1,520,476.93

Tabela 3 – Resultados relacionados à bandeira verde

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Com base na Tabela 3, é possível observar que dentro do período de 300 meses estipulado como referência de vida útil do sistema, todos os cenários foram viáveis, uma vez que os VPLs calculados apresentam saldo positivo. Tanto o método *Payback* Simples quanto o *Payback* Descontado apresentam períodos razoáveis de retorno. Para os cenários 1, 2, 3 e 4. O *Payback* Simples aparece entre o mês 89 (7 anos e 5 meses) e o mês 93 (7 anos e 9 meses), período significativamente pequeno considerando a dimensão do investimento. O *Payback* Descontado apresenta característica de retorno mais longa para estes cenários, entre o mês 119 (9 anos e 11 meses) e o mês 125 (10 anos e 5 meses).

Para o cálculo referente a bandeira amarela é considerado o custo adicional de R\$ 1,00. Com o valor do ICMS adicionado, a tarifa aumenta para R\$ 0,537 por kWh consumido. Desse modo, os cálculos apresentam maiores diferenças nos resultados conforme a Tabela 4.

Cenário	<i>Payback</i> Simples (em meses)	<i>Payback</i> Descontado (em meses)	TIR (Ao mês)	VPL (Em reais – R\$)
5	91	120	1,27%	1.052.799,09
6	91	121	1,26%	1.577.447,20
7	87	115	1,32%	1.088.488,19
8	88	119	1,31%	1.631.915,40

Tabela 4 – Resultados relacionados à bandeira amarela

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Os cenários 5, 6, 7 e 8 também são viáveis, uma vez que os VPLs apresentam valores positivos, conforme a Tabela 10. O método *Payback* Simples ocorre entre o mês 88 (7 anos e 4 meses) e o mês 91 (7 anos e 7 meses). O método *Payback* Descontado apresenta período maior de retorno, obtendo resultado entre o mês 115 (9 anos e 7 meses) e o mês 121 (10 anos e 1 mês).

Conforme exposto anteriormente a bandeira vermelha patamar 1 tem acréscimo de R\$ 3,00 na tarifa, apresentando valor total, com ICMS incluso, de R\$ 0,563 por KWh consumidos. A Tabela 11, dispõe os valores obtidos nos cálculos de viabilidade econômica. O retorno pelo método *Payback* Simples ocorre entre o mês 83 (6 anos e 11 meses) e o mês 87 (7 anos e 3 meses). E para o método *Payback* Descontado o retorno ocorre entre o mês 108 (8 anos e 12 meses) e o mês 114 (9 anos e 6 meses). Os cenários apresentados são viáveis, uma vez que todos os VPLs calculados apresentam valor positivo.

A bandeira vermelha patamar 2 possui maior acréscimo entre todas as bandeiras. A tarifa é acrescida em R\$ 5,00, tendo custo de R\$ 0,589 por kWh consumido, neste caso com o ICMS incluso.

Os cenários 13, 14, 15 e 16 apresentam os valores mais razoáveis de retorno, tanto no método *Payback* Simples quanto no *Payback* Descontado. Os valores calculados em relação a recuperação acontecem entre o mês 80 (6 anos e 8 meses) e o mês 84 (6 anos e 12 meses) no método *Payback* Simples e entre o mês 103 (8 anos e 7 meses) e o mês 107 (8 anos e 11 meses) no método *Payback* Descontado. Conforme os valores positivos calculados para os VPLs, todos cenários são viáveis. Sendo o cenário 15 estabelecido como o mais viável entre os demais cenários, apresentando valores de retorno de 80 e 103 meses para os métodos *Payback* Simples e *Payback* Descontado e uma TIR com valor de 1,43%.

#### 4.4 Método LCOE

Tendo como taxa média de rendimento a poupança nos últimos 5 anos (0,5670%) e o período de vida útil do sistema especificado pela empresa em 300 meses, foi possível obter o valor de 0,007011973 para o CRF. Este valor constante será utilizado

para os todos os sistemas, pois todos apresentam a mesma vida útil e dependem da taxa de juros baseada na poupança.

Devido ao alto valor de potência nominal dos sistemas fotovoltaicos, todos os sistemas apresentam cenários viáveis e eficientes baseado nos resultados obtidos nos cálculos do LCOE. Observa-se um valor muito próximo entre todos os sistemas, principalmente pela razão entre o custo de manutenção e instalação ser muito semelhante entre os sistemas. Outro fator determinante para o resultado do LCOE foi o local de instalação. Foi possível observar que o custo de instalação e geração é menor quando o sistema é instalado em uma superfície que possui suporte ou edificação previamente estabelecida. Assim conforme a Tabela 6, para os sistemas de 147,2 kWp e 222,08 kWp, instalados no solo, o custo de geração é de R\$ 0,1115 por kWh gerado. Já para os sistemas instalados em edifícios o custo é de R\$ 0,1114 por kWh gerado.

#### 4.5 Análises Finais dos Resultados

Fator crucial para os cálculos de viabilidade econômica, a degradação de 0,8% ao ano do rendimento dos sistemas fotovoltaicos, acarreta em uma redução de 18,132% da potência efetiva média no final do período de vida útil estipulado. No entanto, devido aos valores de VPL positivo e TIR superior que a TMA encontrados para os cenários simulados, é conclusivo que todas as situações são viáveis economicamente. Desse modo, é possível observar uma nítida influência do local de instalação e bandeira vigente tanto para os valores do VPL quanto para os valores do LCOE. Para a potência de 147,2 kWp a um aumento de 3,5160% do VPL quando a instalação é feita em um edifício, considerando a bandeira verde. Para a bandeira amarela este aumento é de 3,2788% tendo como base a mesma potência. Para a bandeira vermelha patamar 1 o rendimento é de 2,9982% para a potência de 147,2 kWp. A bandeira vermelha patamar 2 sofre contração neste aumento para 2,7618% para a potência de 147,2 kWp. Logo é visível a influência do custo do suporte extra atingindo significativamente o rendimento do VPL para as potências, assim como o aumento na tarifa ocasiona em uma taxa de aumento do VPL menor em relação a outras bandeiras.

É notável que para as potências de 147,2 kWp e 222,08 kWp os valores do VPL são consideravelmente razoáveis. Uma vez que comparado ao valor de \$81.996 para o VPL encontrado por Lee et al. (2016) para o edifício Celentano Hall em New England para um sistema de com capacidade de geração de 82.800 kWh/ano.

A potência nominal infere devido ao valor agregado dos sistemas fotovoltaicos. O local da instalação é o principal fator decisório na instalação dos sistemas, devido ao custo inicial superior ocasionado pela necessidade de um suporte extra para a superfície terrestre. No geral, os valores expostos refletem como as potências também interferem na TIR. Em média os valores da TIR são 0,01% maiores nos sistemas com potência de 147,2 kWp do que com potência de 222,08 kWp. Também é notável que devido a potência nominal e o local de instalação o melhor cenário é o 15º da bandeira

vermelha 2, tendo uma TIR de 1,43%. Valor muito superior ao encontrado por Bustos et al. (2016), em estudo conduzido em 22 duas cidades no Chile, onde os autores obtiveram valores negativos em relação a TIR, demonstrando assim a baixa viabilidade na instalação deste sistema.

Em conjunto com os fatores citados, é necessário a análise da produção do excedente de energia e seu custo de recuperação. Segundo a Resolução Normativa Número 687 (ANEEL, 2015), o excedente gerado não pode ser vendido a concessionária, o mesmo retorna ao cliente em forma de crédito. No entanto, a energia elétrica que retorna ao cliente em forma de crédito sofre depreciação de custo, uma vez que a mesma não é incidida de ICMS quando transposta para a concessionária. Logo, tendo em vista que o preço da tarifa horária azul do subgrupo A4 (2,3 a 25kV) sem o acréscimo do ICMS encontra-se entre R\$ 0,40308 e R\$ 0,45308 por kWh consumido, este valor recuperado é 23,0769% mais barato que o cobrado pela concessionária.

Em relação aos valores de geração de energia elétrica com o sistema fotovoltaico pelo método LCOE, foi considerada a taxa de conversão do dólar comercial americano para o dia 26 de novembro de 2017 (1 Dólar dos EUA/USD = 3,2294 Real Brasil/BRL) (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2017b). Para os sistemas de potência nominal de 147,02 kWp e de 222,08 kWp no solo os valores são de US\$ 0,3600781. Para os sistemas de potência nominal de 147,02 kWp e de 222,08 kWp em edifícios, os valores são de US\$ 0,35975516. Em comparação com os valores encontrados por Lacchini e Rütther (2015), de US\$ 0,132 por kWh para um sistema de potência nominal de 6,42 kWp instalado em Belo Horizonte e de US\$ 0,129 por kWh para 5,46 kWp em Brasília, é possível observar como uma maior potência nominal acarreta em uma produção mais eficiente de energia.

## 5 | CONCLUSÃO

As demandas futuras de energia elétrica exibem um panorama em que as fontes renováveis se apresentam como principal modo para suprir sustentavelmente este consumo exigido. Neste cenário, os sistemas fotovoltaicos aparecem como uma das principais soluções para geração limpa de energia elétrica.

Com os resultados para os cenários criados neste trabalho, obteve-se que devido ao custo inicial superior estabelecido para superfícies terrestres, bandeiras tarifárias e a potências instaladas, conclui-se que os cenários 13, 14, 15 e 16 exibem maior eficiência econômica que os demais cenários. Entre estes cenários, o 15 apresenta a maior TIR de 1,43%, sendo o melhor de todos os cenários possíveis, gerando um VPL de R\$ 1.292.219,30. Neste caso, o sistema de 147,02 kWp instalado em edifício, responsável por 73,77513% da demanda total da reitoria, é disposto como melhor solução possível, uma vez que não gera energia em excedente. O cenário 16 apesar de apresentar VPL de R\$ 1.945.265,70 superior aos demais cenários, possui custo inicial elevado devido a potência de 222,08 kWp instalada.

Contudo, os métodos econômicos constataram, que devido ao custo inicial superior em termos de potência instalada versus rendimento mensal, os sistemas que possuem instalação em superfícies terrestre são menos atrativos que os sistemas instalados em edifícios. A bandeira tarifária também é um fator que infere significativamente no retorno final do investimento. Conforme foi, a cada aumento na tarifa, maior é a rentabilidade dos sistemas fotovoltaicos. Assim, ocorre um aumento de 0,14% na TIR nos cenários sem adição de tarifa em relação aos cenários com adição máxima de tarifa.

Pode-se destacar quanto a definição de possíveis áreas para a instalação dos sistemas, a necessidade de uma pesquisa mais precisa para cada superfície. Neste caso, para a instalação em solo, seria necessário um estudo de georreferenciamento sobre as áreas escolhidas e uma análise mais detalhada sobre a possibilidade de instalação destes sistemas em uma região próxima à base aérea.

De modo geral, o trabalho dispôs diferentes cenários com maior e menor grau de atratividade, sendo todos viáveis. Assim, com dados reais de consumo energético, orçamento e rendimento dos sistemas, foi possível desenvolver um projeto plenamente útil para a UFSM e com possibilidade de comportar 73,77513% e 111,3088% da demanda energética da reitoria da Universidade Federal de Santa Maria.

## REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional De Energia Elétrica. **Capacidade de Geração do Brasil**. Brasília, 2017a. Disponível em: < <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 11/09/2018.

Banco Central do Brasil. **Câmbio e Capitais internacionais**. 2017b. Disponível em <http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/batch/taxas.asp?id=txdolar>. Acesso em: 26/11/2018.

Bhandari, K.; Collier, J.; Ellingson, R.; Apul, D. (2015). Energy payback time (EPBT) and energy return on energy invested (EROI) of solar photovoltaic systems: A systematic review and meta-analysis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. 47.

Blank, L. T.; Tarquin, A. **Engineering economy**. 7. ed. New York: McGraw-Hill, 2012.

Branker, K; Pathak, M.J.M; Pearce, J.M. A review of solar photovoltaic levelized Cost of Electricity. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, p. 4470–4482, 2011.

Campos, H.; Marinque, A.K.; Kobiski, B.V.; Júnior, E.; Junior, J. Study of technical feasibility and the payback period of the invested capital for the installation of a grid-connected photovoltaic system at the library of the Technological Federal University of Paraná. **International Journal of Energy & Environment**. 5, 6, 643-654, Nov. 2014. ISSN: 20762895.

Ciriminna R, Meneguzzo F, Pecoraino M, Pagliaro M. **Rethinking Solar Energy Education on the Dawn of the Solar Economy**, submitted (2015).

Dávi, G. et al. Energy performance evaluation of a net plus-energy residential building with grid-connected photovoltaic system in Brazil. *Energy and Buildings*, v. 120, p. 19 – 29, 2016.

De Andres, A. D.; Medina-Lopez, E.; Crooks, D.; Roberts, O.; Jeffrey, H. (2017). On the Reversed LCOE calculation: design constraints for wave energy commercialization. **International Journal of**

## Marine Energy. 18.

Ferreira, A.; Kunh, S.S.; Fagnani, C.K.; De Souza, A.T.; Tonezer, C.; Dos Santos, R.G.; Coimbra-Araujo, C. (2018). Economic overview of the use and production of photovoltaic solar energy in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. 81.

Hirschfeld, H. **Engenharia Econômica e Análise de Custos**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

Kannan, N.; Vakeesan, D. Solar energy for future world: - A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 62, p. 1092 – 1105, 2016.

Lacchini, C.; Rüther, R. (2015). The influence of government strategies on the financial return of capital invested in PV systems located in different climatic zones in Brazil. **Renewable Energy**. 83. 786-798.

Lee, J.; Chang, B.; Aktas, C.; Gorthala, R. (2016). Economic feasibility of campus-wide photovoltaic systems in New England. **Renewable Energy**. 99. 452-464.

Mondal, A.; Islam, S. Potential and viability of grid-connected solar PV system in Bangladesh. **Renewable Energy**, v. 36, n. 6, p. 1869 – 1874, 2011.

Pawel, I. (2014). The Cost of Storage – How to Calculate the Levelized Cost of Stored Energy (LCOE) and Applications to Renewable Energy Generation. **Energy Procedia**. 46. 68–77.

Puccini, E.C. (2011). **Matemática financeira e análise de investimentos** / Ernesto Coutinho Puccini. – Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2011. 204p.

Patil, R.V.; Biradar, I.V.; Shreyas, R.; Garg, P.; Orosz, M.; Thirumalai, N.C. (2017). Techno-economic comparison of solar organic Rankine cycle (ORC) and photovoltaic (PV) systems with energy storage. **Renewable Energy**.

RGE SUL. **Bandeiras Tarifárias**. 2017a. Disponível em <https://www.rgesul.com.br/sobre-rge/Paginas/educacao-legislacao-seguranca/bandeiras-tarifarias.aspx>. Acesso em: 24/10/2018.

Rodrigues, S.; Torabi, R.; Faria, F.; Cafôfo, N.; Chen, X.; Ivaki, R.A.; Mata-Lima, H.; Dias, M. (2016). Economic feasibility analysis of small scale PV systems in different countries. **Solar Energy**. 131. 81-95.

Ross, S.; Westerfield, R.; Jordan, B. (2010). **Fundamentals of Corporate Finance** (9 ed., Vol., pág.). New York, New York: The McGraw-Hill.

Sharma, K. (2011). **Fundamentals of Engineering Economics** (EDITIONDESC ed., Vol., pág.). San Diego, CA: Cognella.

Verma, J.K.; Dondapati, R.S. (2017). Techno-economic Sizing Analysis of Solar PV System for Domestic Refrigerators. **Energy Procedia**.

Weida, S.; Kumar, S.; Madlener, R. (2016). Financial Viability of Grid-connected Solar PV and Wind Power Systems in Germany. **Energy Procedia**.

## ESTIMATIVAS DAS ELASTICIDADES PREÇO E RENDA DA DEMANDA POR ENERGIA ELÉTRICA RESIDENCIAL E POR REGIÃO GEOGRÁFICA DO BRASIL

**Palloma da Costa e Silva**

Universidade Candido Mendes  
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

**Roberta Montello Amaral**

Universidade Candido Mendes  
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

**RESUMO:** O presente trabalho apresenta os resultados das estimações das elasticidades preço e renda da demanda por energia elétrica da classe residencial nas cinco regiões geográficas do Brasil, sendo realizados pelo método de regressão linear múltipla, no período de 2003 a 2012, adotando base de dados anuais. O modelo e os coeficientes utilizados foram estimados com base no modelo linear clássico, onde a função de demanda de energia elétrica estimada foi a função do tipo Cobb Douglas, estando em linha com o que foi realizado por Modiano (1984) e Andrade & Lobão (1997), que em seus trabalhos adotaram o modelo de cálculo das estimações da demanda por energia elétrica na classe residencial. A importância é de verificar a hipótese em relação à função de demanda de energia elétrica para a classe residencial, sobre a qual permitiu mostrar as diferenças de resultado nas elasticidades preço e renda da demanda entre as regiões geográficas do país. Os testes econométricos encontraram evidências de que existe

diversidade nas elasticidades preço e renda da demanda entre as regiões, podendo sinalizar, de certa forma, a necessidade de realização de futuras projeções setoriais de oferta e demanda de energia elétrica no país, respeitando as diversidades nacionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia Elétrica, demanda, elasticidades

**ABSTRACT:** This work presents the results of the estimates of elasticity of price and income relative to the demand for electric energy of the residential class in the five geographical regions of Brazil, performed by the method of multiple linear regression, during the period of 2003 to 2012, adopting the base of current data. The model and the coefficients used were estimated on the basis of a classic linear model, wherein the function of demand of electric energy is a function of the type Cobb Douglas, being in line with what was done by Modiano (1984) and Andrade & Lobão (1997), who adopted the model of calculating estimates of the demand for electricity in the residential class. What is important is to verify the hypothesis with regard to the function of the demand for electric energy in the residential class, upon which it was possible to show the differences in the results of elasticity of price and income among the geographical regions of the country. The econometric tests showed evidence of the existence of price- and

income-elasticity in the demand among the regions, which could be an indication, to some extent, of the need for future sectorial projections of the supply and demand for electric energy in the country, respecting the regional differences.

**KEYWORDS:** Electric Energy; Demand; Residential; Elasticity.

## 1 | INTRODUÇÃO

O estudo da energia elétrica tem sido palco de discussões por especialistas do setor, vários foram os autores que já se debruçaram sobre este assunto e muitas foram as estimações realizadas sobre a demanda total de energia elétrica por estudiosos no Mundo e no Brasil, analisando e verificando as elasticidades preço e renda da demanda por energia elétrica.

No Brasil, tivemos estudos desenvolvidos sobre a demanda total de energia elétrica iniciados por Modiano (1984), estimando as demandas para as três classes de consumo (residencial, comercial e industrial), no período de 1963 a 1981, a partir de dados anuais, depois por Andrade & Lobão (1997) que, por conseguinte, incentivaram outros autores a desenvolverem o tema.

Nos anos 1980, embora o Brasil vivesse uma época de estagnação da atividade econômica, o consumo de energia elétrica seguia com altas taxas de crescimento embaladas, principalmente, pela maturação de projetos industriais previstos no II PND (Plano Nacional de Desenvolvimento). Os anos 90 representaram um período importante para o setor elétrico, que estava sendo preparado para a privatização, (Pires, 2001).

O consumo extraordinário de energia da classe residencial se deu, em grande medida, na primeira fase do Plano Real, dado o aumento da renda das famílias de baixa renda, assim como também, pelo aumento do crédito, que incentivou os consumidores a comprarem mais eletrodomésticos, (Pires, 2001).

No período entre meados de 2001 a 2002, foi imposto à população brasileira o maior racionamento de consumo de energia elétrica, que ficou conhecido como o fenômeno do “Apagão”, Lima (2015).

Segundo Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica publicado em janeiro de 2010 pela EPE referente ao ano de 2009, o período entre dezembro de 2008 e dezembro de 2009, foi marcado pela maior expansão do consumo residencial na região Nordeste devido ao Programa “Luz para Todos” que permitiu maior acesso à energia elétrica, mostrando maior inclusão dessa região no setor de energia elétrica.

Nos anos seguintes, de acordo com a Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica do ano anterior (2012), outros fatores econômicos favoráveis também contribuíram para o aumento do consumo de energia residencial nas demais regiões do país que alavancaram a venda de eletrodomésticos e uso de aparelhos de ar condicionado nas residências brasileiras.

É importante notar se haverá diferença de comportamento entre as regiões

do país quanto a demanda de energia elétrica da classe residencial, sinalizando a necessidade de realizar projeções futuras, atendendo as diversidades existentes em cada região geográfica do país.

Neste sentido, o objetivo geral deste trabalho será verificar as diferenças nas elasticidades preço e renda da demanda entre as regiões geográficas do Brasil. No entanto, como objetivo intermediário, este estudo, verificará se há alguma diferença significativa para os trabalhos já realizados anteriormente. O modelo e os coeficientes utilizados serão estimados com base no modelo linear clássico, onde a função de demanda de energia elétrica estimada neste estudo será representada por uma função do tipo *Cobb Douglas*, estando em linha com o que foi realizado por Modiano (1984) e Andrade & Lobão (1997), que em seus trabalhos adotaram o modelo de cálculo das estimativas da demanda por energia elétrica na classe residencial.

A hipótese levantada no presente estudo será de que, quando forem feitos testes por regiões geográficas no país, dada diversidade existente entre as regiões do Brasil ocorrerão diferenças de resultado com relação às elasticidades encontradas nos estudos já citados anteriormente. Ressalta-se, portanto, a necessidade de realização deste estudo para se pensar e atuar no desenvolvimento de um planejamento sustentável para o setor de energia elétrica, de acordo com os anseios e necessidades de cada região do país, caso a hipótese se confirme.

Este trabalho será dividido em cinco seções, estando inclusas a introdução, histórico, metodologia, resultado do estudo e as considerações finais.

## 2 | CONTEXTUALIZAÇÃO

Até o final do século XIX, a eletricidade ainda era uma curiosidade científica. No Brasil, as primeiras experiências se deram no final da segunda metade deste mesmo século, quando foi inaugurado o serviço de iluminação elétrica da estação central ferroviária “Dom Pedro I”, conhecida atualmente por “Central do Brasil”, segundo Hansen (2012)

Já no século XX, o setor elétrico no Brasil foi incentivado pelo governo de Juscelino Kubitschek (1956-61), período considerado auge da industrialização brasileira, a partir do Plano de Metas de JK que contemplava investimentos em cinco principais áreas: energia, transporte, indústria de base, alimentação e educação, segundo Giambiagi et al (2011).

Embora o setor elétrico seja estratégico para o desenvolvimento de um país, foi verificado que existem dúvidas quanto à magnitude atual das elasticidades preço e renda da economia com relação ao consumo de energia elétrica residencial. Muitos estudos já foram realizados sobre o tema da demanda por energia elétrica, mas foi Modiano (1984) que deu início a estes estudos e estimou as demandas para o Brasil, para as três classes (residencial, comercial e industrial), no período de 1963 a 1981,

a partir de dados anuais. Em 1997, Andrade & Lobão atualizaram o modelo criado por Modiano (1984), estimando somente a demanda para o caso residencial no Brasil, no período de 1963 a 1995.

Comparando os dados obtidos em ambos os estudos realizados por Modiano e posteriormente por Andrade & Lobão, foram encontrados nos resultados diferenças qualitativas na elasticidade-renda de longo prazo. Para Modiano, o coeficiente que foi encontrado no estudo de Andrade & Lobão, seria rejeitado, no caso, da hipótese nula ser igual a um, contra a hipótese ser maior que um, caso a hipótese alternativa fosse igual a um.

No Brasil, a projeção de consumo de energia elétrica é realizada a partir da elasticidade preço e renda da demanda de cada setor, onde a hipótese da demanda residencial se baseia na demanda *Marshalliana* ou *Hicksiana*, como pode ser verificado em estudos já realizados anteriormente com Modiano (1984), Andrade e Lobão (1997), Schimdt & Lima (2004), Monteiro e Amaral (2008), conforme resultados consolidados na Tabela 1.

Autores	Período Analisado	Elasticidade Preço	Elasticidade Renda
Modiano	1963 a 1981	-0,403	1,13
Andrade & Lobão	1963 a 1995	-0,051	0,213
Schimdt & Lima	1969 e 1999	-0,146	1,047
Amaral & Monteiro	1974 a 2006	-0,4237	0,9883

Tabela 1 - Estimativas das Elasticidades por Classe Residencial

Fonte: Modiano (1984), Andrade & Lobão (1997), Schimdt & Lima (2004), Amaral & Monteiro (2008)

O estudo da demanda de energia elétrica tem impacto tanto direto quanto indireto no âmbito estrutural e conjuntural. No Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica (2014-2024), por exemplo, elaborado pelo MME/ EPE (2015), a elasticidade-renda média do consumo de eletricidade, no período decenal, é superior a um (1,32). As projeções de consumo de energia, nesta pesquisa, estão relacionadas às interligações de Macapá (a partir de maio de 2015) e a de Boavista (a partir de junho de 2017) ao subsistema Norte, conforme MME/ EPE (2015).

Ainda segundo a pesquisa do MME/ EPE (2015), a projeção de consumo nacional de energia elétrica na rede, para o período decenal, tem a taxa média de crescimento de consumo na rede de 3,9%, tendo a classe residencial como a segunda maior expansão do consumo de energia elétrica no país, com 4,1% de taxa média de crescimento de consumo na rede, conforme Tabela 2.

	Residencial	Industrial	Comercial	Outros	Total
Ano	GWh				
2015	135.346	170.173	92.275	73.125	470.918
2019	156.267	187.571	109.183	84.372	537.393
2024	197.193	239.587	147.806	107.551	692.137
Período	Variação (% a.a)				
2014- 2019	3,4	1,0	4,0	2,8	2,6
2019-2024	4,8	5,0	6,2	5,0	5,2
2014-2024	4,1	3,0	5,1	3,9	3,9

Tabela 2 - Consumo de Eletricidade na Rede por Classe

Fonte: EPE (2015)

Para este trabalho de projeção desenvolvido pela EPE (2015), foi feita análise por subsistema que mostra na projeção do quinquênio (2016-2020). Maior crescimento do consumo de energia elétrica ficará com a região Norte do país (5,0% ao ano), onde estão o subsistema que sofre efeito das interligações do subsistema Macapá e Boavista, que tinham as obras com previsão de conclusão em abril de 2018. Já as demais regiões do país terão crescimento do consumo de energia elétrica em torno de 3,0% ao ano em média, seguindo a média nacional de 3,5% ao ano.

Seguindo nessa mesma pesquisa, a previsão de carga de energia elétrica, considerando os próximos cinco anos, (tendo o subsistema interligado do SIN (Sistema Interligado Nacional) formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte) é ampliada com a possibilidade de transferência de energia oferecida por sistema de transmissão, onde tinha como previsão para o ano de 2015 de 64.023 MW médio enquanto que para o ano de 2020 é previsto 76.415 MW médio, conforme dados da Tabela 3.

Ano	Norte	Nordeste	Sudeste/CO	Sul	SIN
2015	5.270	10.404	37.494	10.854	64.023
2016	5.437	10.534	37.654	10.948	64.573
2017	5.616	10.929	38.978	11.367	66.891
2018	5.936	11.390	40.507	11.860	69.693
2019	6.181	11.885	42.048	12.357	72.470
2020	6.905	12.525	44.067	12.918	76.415
Variação (% a.a)					
<b>2015-2020</b>	<b>5,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,3</b>	<b>3,5</b>	<b>3,6</b>

Tabela 3 - SIN E SUBSISTEMAS - Cargas e Energia (MV médio)

Fonte: EPE (2015)

Na Tabela 4, encontra-se a composição do consumo de energia elétrica total por região geográfica e Brasil, de acordo com dados obtidos da EPE (2015) em consonância com os dados publicados pela Superintendência do desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), o consumo de energia elétrica total na região Nordeste no ano

de 2009 foi de 65.243 GWh e no ano de 2010 foi em torno de 71.196 GWh. O país registrou a maior expansão de energia elétrica neste período, sendo que o consumo da região Nordeste foi alavancado pelos estados do Piauí (17%), Paraíba (12,6%), Ceará (12,1%) e Rio Grande do Norte (9,6%). A seguir ficaram a Bahia (8,5%), Pernambuco (8,4%), Maranhão (7,6%), Sergipe (7,2%) e Alagoas (5,9%).

PERÍODO	TOTAL BRASIL	NORTE	NORDESTE	SUDESTE	SUL	CENTRO-OESTE
2004	329.707.427	19.788.264	53.786.084	180.969.621	55.943.730	19.219.728
2005	344.283.675	20.564.513	56.904.251	188.680.654	57.891.228	20.243.030
2006	356.129.316	21.551.966	59.060.392	195.131.302	59.693.847	20.691.809
2007	377.030.014	22.850.074	62.367.048	206.785.171	62.996.383	22.031.338
2008	388.472.399	23.873.082	65.103.195	209.943.764	65.899.959	23.652.399
2009	384.306.380	24.082.999	65.243.764	204.554.966	65.528.269	24.896.383
2010	415.682.702	26.236.659	71.196.945	222.004.702	69.933.916	26.310.480
2011	433.033.601	27.777.104	71.913.805	230.668.383	74.469.787	28.204.522
2012	448.104.750	28.938.404	75.720.750	235.237.240	77.490.628	30.717.728
2013	463.134.474	30.208.614	79.693.889	240.083.851	80.392.671	32.755.449
2014	475.334.583	32.363.651	80.746.115	243.025.384	84.818.504	34.380.929

Tabela 4- Consumo Total de Energia Elétrica por Região Geográfica/Brasil: 2004-2014Gwh

Fonte: BEN 2015 (EPE)

Segundo dados da Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica divulgada pela EPE, em janeiro de 2014, dados de 2013, o Nordeste foi a região que mais contribuiu para o aumento de consumo de energia na classe residencial em 2013, superando, a região Sudeste, que por concentrar a maior parte do consumo da classe no país (51%), oferece normalmente maior contribuição. Esse resultado pode ser associado, segundo a pesquisa, à expansão da posse e uso de aparelhos eletrodomésticos, relacionados ao conforto doméstico, como é o caso do uso de aparelhos de ar-condicionado.

### 3 | METODOLOGIA

Nesta parte do estudo são apresentadas etapas que definiram sua elaboração contendo toda a metodologia aplicada para responder à hipótese em relação à função de demanda de energia elétrica para a classe residencial, sobre a qual haveria diferenças de resultado nas elasticidades preço e renda da demanda entre as regiões geográficas do país, objeto deste trabalho.

De forma a atingir os objetivos deste estudo foram adotadas pesquisas no molde explicativo que segundo Gil (2002) visam testar hipóteses, onde seus resultados são apresentados pelos estudos explicativos. Já para apuração dos fatos e investigação das informações encontradas, foram realizadas pesquisas bibliográficas e documentais de cunho quantitativo.

Este trabalho utilizou as principais fontes disponíveis de dados públicos, como: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Ministério de Minas e Energia (MME), Balanço

Energético Nacional (BEN) e demais fontes que serviram de consulta para realização desta pesquisa.

A fonte de dados extraída para o consumo de energia elétrica por setor residencial e por região geográfica apresenta periodicidade anual, de 2003 a 2012. O tipo de consumo analisado foi a energia final. O tipo de fonte de energia estudada foi a energia elétrica, além do perfil de consumo de energia elétrica.

A função de demanda de energia elétrica estimada neste trabalho foi representada por uma função do tipo *Cobb Douglas*:

$$C_t = k. P_t^{(\alpha_0 + \alpha_1 D_1 + \alpha_2 D_2 + \alpha_3 D_3 + \alpha_4 D_4)} \cdot Y_t^{(\beta_0 + \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \beta_3 D_3 + \beta_4 D_4)} \cdot E_t^\delta$$

$$(k > 0, \alpha > 0, \beta > 0 \text{ e } \delta > 0)$$

Onde:

$C_t$ : consumo residencial de energia elétrica no tempo  $t$ ;

$P_t$ : tarifa residencial de energia elétrica no tempo  $t$ ;

$Y_t$ : renda *per capita* no tempo  $t$ ;

$D_1$ : variável *dummy*, sendo  $D_1=1$  se NE; 0 caso contrário

$D_2$ : variável *dummy*, sendo  $D_2=1$  se SE; 0 caso contrário

$D_3$ : variável *dummy*, sendo  $D_3=1$  se S; 0 caso contrário

$D_4$ : variável *dummy*, sendo  $D_4=1$  se CO; 0 caso contrário

$E_t^\delta$ : estoque domiciliar de aparelhos eletrodomésticos no tempo  $t$

A estimação foi realizada considerando-se o método de MQO. Para tanto, foi necessário aplicar uma linearização nos parâmetros. As dummies foram introduzidas porque este estudo pretende verificar se há diferença de comportamento entre as regiões do país quanto a demanda de energia elétrica da classe residencial, de acordo com o período estudado, executando o modelo pretendido com as dummies que representaram cada região do país, assim como também, sem as dummies, verificando de fato o poder explicativo delas sobre o  $R^2$  (coeficiente de determinação múltiplo). No intuito de testar a validade do modelo, foram realizados o teste de Durbin-Watson e o teste de White. (Gujarati & Porter, 2011).

## 4 | RESULTADO DO ESTUDO

A aplicação da metodologia descrita na seção anterior produziu os resultados apresentados no Quadro 1.

Estatística de regressão								
R múltiplo	0,999552							
R-Quadrado	0,9991043							
R-quadrado ajustado	0,998845							
Erro padrão	0,0280276							
Observações	50							
ANOVA								
	gl	SQ	MQ	F	= de significação			
Regressão	11	33,2953229	3,026848	3853,177	2,4333E-54			
Resíduo	38	0,02985074	0,000786					
Total	49	33,3251736						
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	4,2390292	0,23802031	17,80953	4,9E-20	3,757182265	4,72087611	3,757182265	4,72087611
x1 = ln tarifa	-0,385714	0,12079175	-3,19321	0,002825	-0,630243799	-0,141183568	-0,630243799	-0,141183568
x2 = ln pib	0,7396665	0,0660309	11,20182	1,33E-13	0,605993979	0,873339101	0,605993979	0,873339101
x3 = ln estoque	-0,144484	0,1101225	-1,31203	0,197383	-0,367414846	0,078447835	-0,367414846	0,078447835
d1x1	0,3120004	0,15942095	1,957085	0,057713	-0,010730421	0,634731267	-0,010730421	0,634731267
d1x2	-0,028951	0,09574583	-0,30238	0,764013	-0,222778685	0,164875919	-0,222778685	0,164875919
d2x1	0,9666249	0,14540118	6,647985	7,39E-08	0,672275594	1,260974177	0,672275594	1,260974177
d2x2	-0,341584	0,07752678	-4,40601	8,32E-05	-0,498528453	-0,184638952	-0,498528453	-0,184638952
d3x1	0,7802576	0,1479408	5,27412	5,62E-06	0,480767087	1,07974807	0,480767087	1,07974807
d3x2	-0,36423	0,0838792	-4,34231	0,000101	-0,53403446	-0,19442532	-0,53403446	-0,19442532
d4x1	0,3512639	0,12982229	2,705729	0,010148	0,088452451	0,614075432	0,088452451	0,614075432
d4x2	-0,209627	0,07801545	-2,68699	0,010637	-0,367560683	-0,051692652	-0,367560683	-0,051692652

Quadro 1 – Resultado da Linearização das Variáveis do Modelo

É possível verificar que existe duas variáveis ( $\beta_1 \cdot D_1 \cdot Y_t^*$  e  $\delta E_t^*$ ) cujo p-valor encontra-se maior que 5%, indicando que ambas não são estatisticamente válidas ao modelo proposto e que devem ser, portanto, excluídas. Os novos resultados são apresentados no quadro 2.

Estatística de regressão								
R múltiplo	0,9995							
R-Quadrado	0,9991							
R-quadrado ajustado	0,9989							
Erro padrão	0,0279							
Observações	50							
ANOVA								
	gl	SQ	MQ	F	F de significação			
Regressão	9	33,2940	3,6993	4741,9962	1,1918E-57			
Resíduo	40	0,0312	0,0008					
Total	49	33,3252						
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	4,1299	0,2222	18,5843	0,0000	3,6807	4,5790	3,6807	4,5790
x1 = ln tarifa	-0,4010	0,0988	-4,0592	0,0002	-0,6007	-0,2013	-0,6007	-0,2013
x2 = ln pib	0,7263	0,0486	14,9551	0,0000	0,6282	0,8245	0,6282	0,8245
d1x1	0,2407	0,0027	87,5855	0,0000	0,2352	0,2463	0,2352	0,2463
d2x1	0,8721	0,1031	8,4598	0,0000	0,6638	1,0805	0,6638	1,0805
d2x2	-0,3209	0,0618	-5,1890	0,0000	-0,4459	-0,1959	-0,4459	-0,1959
d3x1	0,6983	0,1126	6,2024	0,0000	0,4708	0,9259	0,4708	0,9259
d3x2	-0,3336	0,0672	-4,9632	0,0000	-0,4694	-0,1977	-0,4694	-0,1977
d4x1	0,3411	0,1086	3,1414	0,0032	0,1216	0,5605	0,1216	0,5605
d4x2	-0,2114	0,0648	-3,2631	0,0023	-0,3424	-0,0805	-0,3424	-0,0805

Quadro 2 – Resultado geral da Estimativa do modelo Consumo de Energia Elétrica Residencial e as dummies das Regiões do Brasil

Ao final da segunda execução do modelo, excluída a variável estoque de eletrodomésticos e a dummy da região Nordeste relacionada ao PIB per capita, chegamos no modelo com as duas variáveis explicativas linearizadas da hipótese, segundo modelos de estudos anteriores, a Tarifa residencial média usada como preço da energia elétrica em valores reais, o PIB per capita usada como proxy da renda

média da população brasileira e as dummies das regiões, de forma a obter em todas as variáveis e dummies resultados de p-valor  $\leq 0,05$  de nível de significância, o que significa dizer que ao nível de 5% rejeitamos a hipótese nula ( $H_0$ ) e todos os  $r_k$  são iguais a zero, ou seja, havendo evidências estatísticas de que a hipótese do modelo é válida e que todas as variáveis e dummies influenciam significativamente no consumo residencial de energia elétrica.

Fazendo um comparativo do resultado encontrado no modelo geral estatisticamente válido à hipótese adotada no estudo, realizando uma nova regressão excluindo todas as dummies do modelo verifica se o efeito delas sobre o resultado do coeficiente de determinação o  $R^2$  e deixando apenas as variáveis explicativas, tarifa residencial média e o PIB per capita, ambas linearizadas, encontramos um valor de  $R^2$  de 0,146 muito abaixo do encontrado no modelo geral de 0,999, demonstrando, portanto, a importância e a influências dessas variáveis binárias no modelo proposto, conforme apresentado no quadro 3.

Estatística de regressão						
R múltiplo		0,383330913				
<b>R-Quadrado</b>		<b>0,146942588</b>				
R-quadrado ajustado		0,110642273				
Erro padrão		0,777725631				
Observações		50				
ANOVA						
	gl	SQ	MQ	F	F de significação	
Regressão	2	4,896887278	2,448443639	4,047970023	0,023877515	
Resíduo	47	28,42828637	0,604857157			
Total	49	33,32517365				
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores
Interseção	2,162503347	5,788009161	0,373617817	0,710368737	-9,481469176	13,80647587
<b>P = ln tarifa</b>	0,356709518	1,275689497	0,279620957	<b>0,780995235</b>	-2,209646726	2,923065762
<b>Y = ln pib</b>	0,560194738	0,288126252	1,944268301	<b>0,057862089</b>	-0,019440516	1,139829993

Quadro 3 – Resultado das Estimativas do Modelo de Consumo de Energia Elétrica Residencial sem *dummies* das Regiões do país

Aplicando o teste de Durbin-Watson tem-se a estatística de 1,98, indicando ausência de problemas de autocorrelação de resíduos. O teste de White, no entanto, resultou numa estatística calculada de 16,121 indicando que há heterocedasticidade no modelo proposto. Apesar de, aparentemente, ser um problema, considerou-se que isto não representa um empecilho para a estimativa proposta, dado que o objetivo deste trabalho não é estimar o comportamento do setor, mas sim explicá-lo.

Assim, chega-se à equação final por região geográfica do país:

$$\text{Norte: } C_t^{**} = 62,17 \cdot P_t^{-0,40} \cdot Y_t^{0,73}$$

$$\text{Nordeste: } C_t^{**} = 62,17 \cdot P_t^{-0,16} \cdot Y_t^{0,73}$$

$$\text{Sudeste: } C_t^{**} = 62,17 \cdot P_t^{0,47} \cdot Y_t^{0,41}$$

$$\text{Sul: } C_t^{**} = 62,17 \cdot P_t^{0,30} \cdot Y_t^{0,39}$$

$$\text{Centro-Oeste: } C_t^{**} = 62,17 \cdot P_t^{-0,06} \cdot Y_t^{0,51}$$

Analisando os resultados encontrados das elasticidades renda para as Regiões Sul e Sudeste e Norte/ Nordeste/Centro-Oeste, foi verificado, primeiramente, que para as regiões Sul e Sudeste, respectivamente, obteve-se os valores de 0,39 e 0,41, o que significa dizer que para cada percentual de aumento ocorrido na renda houve um aumento menos que proporcional na demanda por energia elétrica. Já para região Norte/ Nordeste/Centro-Oeste, respectivamente, obteve-se os valores de 0,73; 0,73 e 0,51; o que significa dizer que para cada percentual de aumento ocorrido na renda houve um aumento menos que proporcional na demanda por energia elétrica.

Desta forma, pode-se perceber que nas regiões Norte/Nordeste/Centro-Oeste os consumidores podem ser mais sensíveis ao aumento de renda em relação ao consumo de energia elétrica pois, conforme apontado pelas elasticidades, um aumento percentual na renda nessas regiões provocava um aumento maior no consumo de energia elétrica do que ocorreria na região Sul e Sudeste no caso de um aumento na renda, identificando nesses casos bens normais.

Para os resultados das elasticidades preço da demanda chegou-se aos valores das elasticidades nas Regiões Sul/Sudeste, Norte e Nordeste/Centro-Oeste. Os resultados encontrados das elasticidades preço da demanda nas regiões Sul/Sudeste, respectivamente foram: 0,30 e 0,47. Para o resultado encontrado nas regiões Nordeste/Centro-Oeste, as elasticidades preço da demanda de energia elétrica, foram: -0,16 e -0,06. Na região Norte, a elasticidade preço da demanda por energia elétrica encontrada foi de -0,40; mostrando ser uma região onde os consumidores respondem em direção oposta, porém, com uma intensidade maior que nas regiões Nordeste/Centro-Oeste.

Chegando-se às últimas análises do modelo sobre os resultados encontrados, onde se pôde verificar que o modelo é estatisticamente válido, suas variáveis juntamente com as dummies apresentaram p-valor  $\geq 0,05$ , evidenciando correlação com o consumo de energia elétrica. Foram mostradas evidências de que tanto as variáveis tarifa média de energia e renda média da população quanto as dummies explicam a variabilidade do consumo de energia elétrica através do resultado de  $R^2$  com 99% de resultado.

Por fim, atendendo ao objetivo intermediário proposto, pode-se verificar que uma das variáveis estudadas no modelo de Andrade & Lobão (1997), por exemplo, a de estoque de eletrodomésticos, aparece como variável não válida ao modelo sugerido neste trabalho, sinalizando que de alguma maneira esta variável, quando incluídas as regiões geográficas, tem seu efeito reduzido, demonstrando em certa medida que as diferenças regionais podem influenciar nas elasticidades preço e renda da demanda.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo principal verificar as diferenças nas elasticidades preço e renda da demanda entre as regiões geográficas do Brasil, onde os resultados obtidos mostraram que as diferenças de clima e renda, são fatores que influenciam no consumo de energia elétrica no setor residencial, apresentando uma ótica diferente do que já foi visto em estudos anteriores realizados para o Brasil por Modiano (1984) e Andrade & Lobão (1997) sobre o tema.

Em relação à limitação da pesquisa pôde se falar a respeito da proposta de análise por classe e região geográfica. Esta compreendeu o período de 2003 a 2012, devido à ausência de dados consolidados para todas as variáveis estudadas subdivididas por região geográfica do país, podendo vir a interferir na estatística dos testes finais encontrados.

Chegou-se aos resultados finais do modelo propostos por região geográfica do país, apresentando as diferenças entre as elasticidades preço e renda da demanda de energia elétrica e os resultados encontrados neste trabalho. Obteve-se em todas as variáveis e dummies da hipótese proposta resultados de p-valor  $\leq 0,05$  de nível de significância, o que significa dizer que ao nível de 5% rejeitou-se a hipótese nula ( $H_0$ ) e todos os  $r_k$  iguais a zero, ou seja, apontando evidências estatísticas de que a hipótese do modelo foi válida e que todas as variáveis e dummies influenciaram, significativamente, no consumo residencial de energia elétrica. Além disso, pôde-se verificar a importância das dummies utilizadas no modelo a partir do resultado do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual 99%. Todos os resultados das elasticidades encontradas no modelo foram discriminados na tabela 5.

Regiões Geográficas do Brasil	Elasticidade Preço	Elasticidade Renda
Norte	-0,4	0,73
Nordeste	-0,16	0,73
Sudeste	0,47	0,41
Sul	0,3	0,39
Centro-Oeste	-0,06	0,51

Tabela 5 - Resultado Final das Elasticidades por Região- Classe Residencial

Fonte: própria autora

Conclui-se que a partir dos resultados obtidos é importante se ter um olhar diferenciado para o território brasileiro. Diante de suas dimensões continentais, apresentando diferentes climas e rendas familiares, é possível enxergar, ao longo deste trabalho, como os contrastes existentes entre as regiões geográficas do país influenciam no consumo de energia elétrica no setor residencial.

Como sugestão de estudos futuros, propõem-se estender este estudo para os anos seguintes a esta pesquisa, contemplando inclusive a crise hídrica que se verificou

a partir do ano de 2014, de maneira mais branda, porém com igual atenção à ocorrida em 2001, assim como também, poderiam acrescentar as demais classes de consumo (Comércio, Indústria e Serviços) e verificar a validade estatística do modelo e das variáveis, a partir de dados subdivididos por região geográfica do país.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, M. R & MONTEIRO, S.P. M. V. A Demanda por energia elétrica residencial no Brasil: Estimativa das elasticidades Renda e Preço após o Apagão. ENEGEP, 2010.

ANDRADE, T. & LOBÃO, W. (1997). Elasticidade-renda e preço da demanda residencial de energia elétrica no Brasil. Texto para discussão n. 489, RJ, IPEA.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Consumo mensal de Energia Elétrica por classe (regiões e subsistemas), 2004-2015. Disponível: [https://ben.epe.gov.br/BENSeriesCompletas.aspx/Séries Históricas Completas, Capítulo 3 \(Consumo Mensal de Energia Elétrica por Classe \(regiões e subsistemas\) - 2004-2015.xls](https://ben.epe.gov.br/BENSeriesCompletas.aspx/Séries Históricas Completas, Capítulo 3 (Consumo Mensal de Energia Elétrica por Classe (regiões e subsistemas) - 2004-2015.xls)

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Dados Energéticos Estaduais: 1970-2013. Disponível: [https://ben.epe.gov.br/BENSeriesCompletas.aspx.Séries Históricas Completas, Capítulo 8\(Dados Energéticos Estaduais\).xls](https://ben.epe.gov.br/BENSeriesCompletas.aspx.Séries Históricas Completas, Capítulo 8(Dados Energéticos Estaduais).xls)

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica. Ano III. N°28. janeiro de 2010.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica. Ano VI. N°64. janeiro de 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica. Ano VII. N°76. janeiro de 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica. Ano VIII. N°88. janeiro de 2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Plano Nacional de Energia 2024. Ano 2014 – 2024. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>; Acesso em out. 2016.

GIAMBIAGI, Fabio et a. Economia brasileira contemporânea. Elsevier Brasil, 2011.

GIL, Antonio Carlos, 1946 - Como elaborar projetos de pesquisa - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. Econometria Básica-5. AMGH editora, 2011.

HANSEN, Cláudia; SAES, Alexandre. Eletricidade no Brasil da Primeira República: a CBEE e os Guinle no Distrito Federal (1904-1923). 2012. Tese de Doutorado. Tese de doutorado submetida ao Programa de Pós-graduação de História na Universidade Federal Fluminense.

LIMA, Cristiana Maria Melhado Araujo et al. Contornos das concessões do setor elétrico brasileiro. 2015.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME-Brasil). Balanços Energéticos Nacionais (2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013). Disponível em <http://www.mme.gov.br>.

MODIANO, E. M. (1984). Elasticidade-renda e preço da demanda de energia elétrica no Brasil. Texto para discussão no 68, Departamento de economia - PUC/RJ.

MONTEIRO, S.P. M. V.& AMARAL, M. R. A Demanda por energia elétrica residencial no Brasil: Estimação das elasticidades renda e preço. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, UCAM, 2008.

NOTA TÉCNICA. Estudos da Demanda. Projeção da Demanda de Energia Elétrica para os próximos cinco anos (2016-2020). EPE (Empresa de Pesquisa Energética). DEA nº 19/15, dez. 2015.

PIRES, J. C. L. & GOLDSTAIN, A. Agências reguladoras brasileiras: avaliação e desafios. Revista do BNDES, dez. 2001.

PIRES, José Claudio Linhares; GOSTKORZEWICZ, Joana; GIAMBIAGI, Fabio. O cenário macroeconômico e as condições de oferta de energia elétrica no Brasil. BNDES, Área de Planejamento, Departamento Econômico-DEPEC, 2001.

SCHMIDT, Cristiane Alkmin Junqueira; LIMA, Marcos AM. A demanda por energia elétrica no Brasil. Revista brasileira de economia, v. 58, n. 1, p. 68-98, 2004.

SUDENE. Energia. Boletim Conjuntural - Recife. nº 1, setembro 2011.

## COMPARATIVO DO CUSTO TOTAL DE PROPRIEDADE DE VEÍCULOS DE TRANSPORTE DE FUNCIONÁRIOS: ESTUDO DE CASO EM FÁBRICA DE CONFECÇÕES

### **Nelize Aparecida de Souza**

Sem vínculo institucional

Treze de Maio (SC)

### **Rodney Wernke**

Sem vínculo institucional

São Ludgero (SC)

### **Antonio Zanin**

Unochapecó

Chapecó (SC)

**RESUMO:** Objetivou identificar os custos totais da propriedade de dois veículos utilizados para transportar funcionários de determinada fábrica. Para tanto foi utilizada metodologia descritiva, com abordagem qualitativa e no formato de estudo de caso. Entre os resultados, cabe destacar que os fatores considerados (exceto o custo de aquisição) representaram a parte mais substancial do CTP: 88,72% no veículo Mercedes-Benz e 79,09% no caso do Volkswagen. Além disso, quanto aos montantes finais calculados, chegou-se a valores distintos para os dois ônibus, sendo que o veículo Mercedes-Benz teve desempenho superior em relação ao Volkswagen, especialmente se considerado o parâmetro de custo (em R\$) por quilômetro rodado: R\$ 6,933 contra R\$ 7,326. A diferença verificada de R\$ 0,393 a cada 1.000 metros percorridos equivale a aproximadamente

5,67% a favor do primeiro ônibus. Como contribuições práticas do estudo, além de proporcionar uma avaliação mais acurada acerca do desempenho dos dois veículos na realidade operacional cotidiana, concluiu-se que um dos veículos é economicamente mais viável que o outro, além de subsidiar decisões sobre terceirizar ou manter frota própria. No âmbito teórico, contribuiu com a evidenciação de uma aplicação do conceito de CTP num contexto ainda não identificado em pesquisas correlatas (frota de veículos para transporte de funcionários).

**PALAVRAS-CHAVE:** Custototaldepropriedade. Veículos de transporte de funcionários. Estudo de caso.

**ABSTRACT:** The objective was to identify the total costs of ownership of two vehicles used to transport employees of a certain factory. For that, a descriptive methodology was used, with a qualitative approach and in the case study format. Among the results, it should be noted that the factors considered (except the cost of acquisition) represented the most substantial part of the CTO: 88.72% in the Mercedes-Benz vehicle and 79.09% in the Volkswagen case. In addition, for the final amounts calculated, there were different values for the two buses, and the Mercedes-Benz vehicle performed better in relation to Volkswagen, especially considering

the cost parameter (in R\$) per kilometer: R\$ 6,933 versus R\$ 7,326. The difference of R\$ 0,393 per 1,000 meters is equivalent to approximately 5.67% in favor of the first bus. As a practical contribution to the study, in addition to providing a more accurate assessment of the performance of the two vehicles in everyday operational reality, it was concluded that one vehicle is economically more viable than the other, as well as subsidizing decisions about outsourcing or maintaining its own fleet. In the theoretical framework, it contributed to the demonstration of an application of the concept of TCO in a context not yet identified in related research (fleet of vehicles for transporting employees).

**KEYWORDS:** Total cost of ownership. Employee transportation vehicles. Case study.

## 1 | INTRODUÇÃO

A gestão das compras pode ser um fator relevante para que as organizações possam aprimorar sua competitividade. Nesse sentido, a partir da área de compras é possível reduzir custos cruciais que diversas vezes passam despercebidos pela administração da empresa, especialmente no caso da aquisição dos materiais a serem consumidos na produção, que costumam representar cerca de 50% a 60% dos gastos fabris (BRAGA, 2006),

Contudo, a maioria das decisões de compras baseia-se apenas na verificação dos preços mais baixos, visto que os compradores precisam decidir qual a melhor forma de adquirir determinado produto/serviço visando a redução de custos e o aumento da produtividade. Com isso, muitas vezes acabam por desconsiderar o fato de que outras variáveis (além do preço) podem representar custos não expressos na nota fiscal de aquisição. Portanto, caberia considerar os demais aspectos que são abrangidos pelo conceito denominado de Custo Total de Propriedade – CTP (ou *Total Cost of Ownership* - TCO), conforme proposto por Ellram e Siferd (1993) e Ellram (1995).

A partir dessa concepção é pertinente dessumir que o CTP/TCO seja aplicável em vários contextos, como comprovam pesquisas que aplicaram-no no âmbito da aquisição de veículos de carga (CAMARGO *et al.*, 2016; WERNKE *et al.*, 2012), de automóveis para uso particular (WERNKE, 2015) e de equipamentos industriais (COSER; SOUZA, 2017; MOCHNACZ *et al.*, 2017).

Assim, provavelmente este conceito pode ser utilizado também na avaliação dos ônibus que transportam funcionários de determinada fábrica com o fito de se conhecer quais seriam os tipos de veículos economicamente mais viáveis para tal finalidade. A partir desta suposição é que emergiu a questão de pesquisa que se pretende abordar neste estudo: como avaliar o custo total de propriedade dos ônibus que transportam os empregados de uma indústria de confecções? Para essa finalidade foi estabelecido o objetivo de identificar os custos totais associados à propriedade de dois veículos utilizados para transportar funcionários de determinada fábrica.

## 2 | REVISÃO DA LITERATURA

Geralmente considera-se o custo de compra do produto como o preço pago pelo comprador, mas desta forma ignoram-se outros custos que incidem sobre a aquisição, a posse, a aplicação e o descarte (GRANT, 2013). Desse modo, recomenda-se que os compradores avaliem o custo total do produto adquirido no transcorrer de toda a sua vida útil (ou seja, considerando o longo prazo) e não apenas o preço de compra, que deveria ser apenas um dos fatores analisados (WERNKE, 2014).

Esta última concepção está associada ao conceito do Custo Total de Propriedade (CTP/CTO), que qualifica-se como um método de avaliação que analisa um conjunto de fatores que vão além daqueles componentes do preço de compra de um produto ou serviço (ELLRAM, 1995). Portanto, o cômputo dos custos totais de propriedade proporciona oportunidades de redução de custos para a empresa compradora e, também, para toda a cadeia de valores na qual a companhia está inserida. Isso ocorre porque quando a decisão de comprar um bem está fundamentada exclusivamente no preço da aquisição é provável que seja desdenhado um rol de gastos associados ao mesmo (PARISI; MEGLIORINI, 2011).

O CTP/TCO pode ser considerado uma ferramenta direcionada para a compreensão dos custos de aquisição de um bem ou serviço de um fornecedor específico e este requer que o comprador determine quais são os custos mais relevantes para a aquisição, manuseio e subsequente disposição do bem ou serviço visado (GASPARETTO *et al.*, 1999).

Por diversas vezes, nas mais diferentes situações, gastos importantes que são decorrentes de outras atividades relacionadas à aquisição (como pesquisa e qualificação do fornecedor, recebimento, inspeção, rejeição, reposição e correção de falhas) são ignorados. Mas, o uso do CTP/TCO permite a compreensão dos custos relevantes subjacentes à aquisição e uso de um bem ou serviço, o que auxilia nas decisões relacionadas às transações de compra e pode ser usado para avaliar o desempenho dos fornecedores (FARIAS, 2003).

O Custo Total de Propriedade é uma aproximação estruturada para que se determine o montante associado à aquisição e, posteriormente, à utilização de um dado item ou serviço de determinado fornecedor. Trata-se, então, de uma ferramenta voltada à compreensão dos custos de aquisição de um bem ou serviço de um fornecedor específico (CARR; ITNER, 1992).

Acerca disso, a título de exemplificação, menciona-se o caso do iceberg que pode representar o custo total de propriedade, onde o topo (parte não submersa) representa o preço pago ao fornecedor, enquanto que a parte submersa equivale a todos os demais custos para adquirir, utilizar e descartar o produto. Destaca-se, ainda, que o CTP/TCO pode ser bastante superior ao preço de compra em muitos casos, o que motiva a apurar os valores a respeito (BIERMA; WATERSTRAAT, 2004).

Nesse sentido, como os principais motivos para adotar o CTP/TCO podem ser

elencados: é útil como suporte decisório para a seleção de fornecedores, favorece o estabelecimento de medidas para a avaliação de desempenho dos fornecedores e facilita o direcionamento para mudança de processos organizacionais (GASPARETTO *et al.*, 1999).

No que concerne ao cálculo do custo total de propriedade, a abordagem deste pode variar para determinadas categorias de compras e, por esse motivo, é interessante segregar os tipos de compras em quatro categorias: componentes e materiais; bens de capital; itens de manutenção, reparo, operação e serviços (ELLRAM; SIFFERD, 1993). Entretanto, referidos autores dividiram a determinação do CTP/TCO em três categorias de componentes que facilitam a respectiva identificação e posterior mensuração: pré-transacionais, transacionais e pós-transacionais.

Adicionalmente, cabe destacar que tal ferramenta pode ser utilizada nas mais variadas formas de compras e tipos de segmentos comerciais, como atestam diversas publicações a respeito (MULLER; PANITZ, 2001; GASPARETTO; SILVA, 2004, IGNACIO *et al.*, 2006; SCHMIDT *et al.*, 2012; DEIMLING *et al.*, 2012; EISENBACH NETO *et al.*, 2013; BARICHELLO *et al.*, 2014; PESSIN *et al.*, 2017; COSER; SOUZA, 2017; MOCHNACZ *et al.*, 2017).

### 3 | METODOLOGIA

Quanto às características metodológicas, este estudo pode ser classificado como descritivo, qualitativo e no formato de estudo de caso. Para obter os dados necessários ao estudo e com o intuito de inteirar-se da atual situação dos controles internos utilizados pela empresa, inicialmente foram realizadas entrevistas informais (não estruturadas) com o proprietário da firma e com o contador (assessoria terceirizada). Quanto às perguntas feitas a estes, relacionavam-se basicamente com os controles internos utilizados e aos possíveis custos mensais e anuais que os veículos estariam sujeitos.

Em seguida, passou-se à etapa de coligir os dados necessários para mensurar o CTP/TCO, que foram obtidos em fontes como: manual dos veículos, *sites* de empresas especializadas e de órgãos de trânsito, contabilidade (terceirizada) da empresa, controles internos da administração da companhia etc. Contudo, em alguns casos foi necessário recorrer às estimativas do proprietário do empreendimento acerca de fatores mais subjetivos, como expectativa de vida útil dos veículos, estimativa de quilometragem média mensal/anual etc.

### 4 | APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para que fosse efetuado o cálculo do Custo Total de Propriedade (TCO) na empresa objeto de estudo foi necessário coletar dados junto aos gestores desta, a

partir da documentação dos dois ônibus (Mercedes-Benz e Volkswagen) utilizados para transporte dos funcionários e levando em conta o trajeto feito diariamente durante o período anual de atividades da companhia. Nesse sentido, somados os valores respectivos chegou-se ao montante de R\$ 20.646,71 para o ônibus Mercedes-Benz (onde o valor de R\$ 20.000,00 refere-se à aquisição à vista do veículo e R\$ 646,71 estão associados à documentação do veículo). Por sua vez, para o ônibus Volkswagen foi calculado o total de R\$ 60.646,71 onde R\$ 60.000,00 referem-se à compra deste e R\$ 646,71 referem-se aos documentos legais exigidos para este tipo de bem.

Na etapa seguinte foi mensurado o custo do capital aplicado, pois o valor utilizado na compra do veículo poderia ser investido em outra modalidade de investimento (como no mercado financeiro, por exemplo). Contudo, por decidir investir na aquisição destes veículos, o capital empregado também deve ser remunerado ao menos pelo valor equivalente a título de “custo da oportunidade” desprezada. Apesar de existirem metodologias de cálculo mais aprimoradas (como Custo Médio Ponderado de Capital – CMPC/WACC), optou-se por empregar uma taxa de juros de rápida obtenção para facilitar as atualizações posteriores. Assim, foi considerada a Taxa Selic anual de 6,75% (vigente à época do estudo) e a mesma foi multiplicada pelo custo de aquisição apurado para cada veículo. No caso em tela, o Mercedes-Benz tinha custo anual de oportunidade da ordem de R\$ 1.393,65 e este valor foi utilizado em etapa posterior do cálculo do CTP/TCO.

No prosseguimento do estudo foram estimados os gastos anuais relativos à documentação anual dos veículos. No caso em lume, os valores para os próximos anos foram os “previstos” porque os efetivos são divulgados anualmente pelo Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN). Assim, assumiu-se que o valor do “Ano 0” seria o mesmo para os demais, em virtude da indisponibilidade dos valores futuros. Cabe ressaltar, também, que nesse total não está incluso o valor referente ao serviço do despachante, pois este não era utilizado de vez que as taxas são pagas diretamente pela empresa no site do órgão de trânsito.

Na sequência do estudo foi abordado o aspecto dos gastos com a manutenção periódica conforme retratado na Tabela 1, como exemplo.

Itens	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
a) Lubrificantes (a cada 12 meses) R\$	208,00	208,00	208,00	208,00
b) Filtros (a cada 12 meses) R\$	35,00	35,00	35,00	35,00
c) Pneus (a cada a cada 24 meses) R\$	-	5.970,00	-	5.970,00
d) Engraxar (R\$ 50/mês*12 meses) R\$	600,00	600,00	600,00	600,00
e) Lavagem (R\$ 100*12/ano) R\$	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00
4=a+...+e) Custo total com manutenção R\$	2.043,00	8.013,00	2.043,00	8.013,00

Tabela 1 – Custo com manutenção periódica – Mercedes Benz

No caso da manutenção do ônibus Mercedes-Benz, esta deve ser realizada a cada 10.000 km, ou de acordo com a necessidade de cada veículo em termos de

reparos ocasionais (que costumam ser executados no próprio posto de combustíveis onde são abastecidos os veículos e em oficinas/borracharias da própria cidade onde está situada a empresa em estudo).

Destarte, no rol dos principais itens de manutenção abrangidos estão lubrificantes, filtros, pneus e serviços de engraxar e lavar os veículos. A estimativa a respeito desses itens resultou em um montante de R\$ 2.043,00 no primeiro e terceiro anos da vida útil prevista para o veículo e R\$ 8.013,00 no segundo e quarto anos de vida útil (aumento devido à troca de pneus que ocorre a cada 24 meses).

Outro fator que representa uma parcela do CTP/TCO é o custo com a folha de pagamento dos motoristas que trafegam com os ônibus que transportam os funcionários da empresa. A entidade tem que contratar dois motoristas tendo em vista que as “linhas” de transporte ficam em sentidos opostos e porque se trata de um único turno de trabalho, o que faz com que os colaboradores sejam trazidos à fábrica e levados de volta aos seus bairros nos mesmos horários. Em decorrência disso, foi calculado o gasto relativo aos motoristas de acordo com os salários contratados e os encargos estabelecidos legalmente, além dos gastos previstos com férias/encargos e décimo-terceiro salário/encargos. Com isso, foi estimado o montante anual de R\$ 21.495,00 referentes ao custo total anual com folha de pagamentos por motorista.

Em seguida passou-se ao cálculo do custo referente ao consumo de combustíveis, nos moldes do exposto na Tabela 2.

Itens	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
a) Custo de compra do litro R\$	3,29	3,29	3,29	3,29
b) Consumo mensal estimado (litros)	200	200	200	200
c) Número de meses de uso/ano	11	11	11	11
$6=a \times b \times c$ ) Custo com combustível R\$	7.238,00	7.238,00	7.238,00	7.238,00

Tabela 2 – Custo com combustível – Mercedes-Benz

Os custos com combustível são um aspecto de elevada importância no cálculo do CTP/TCO, uma vez que são os valores mais significativos em comparação com os demais gastos abrangidos. Assim, na Tabela 2 estão especificados os valores previstos para os gastos com combustível durante a vida útil do veículo, levando-se em consideração o preço vigente do combustível e a quilometragem a ser percorrida durante o período em que este seria efetivamente utilizado. Ou seja, desconsiderando-se os dias em que o veículo ficaria ocioso (como durante as férias coletivas da fábrica e os finais de semana, por exemplo).

Por outro ângulo, no âmbito de veículos há um gasto periódico com as revisões feitas em intervalos específicos de tempo. No contexto em tela optou-se por estimar o provável dispêndio de recursos financeiros com as revisões de freios e molas. No caso dos freios, estes são revisados a cada 24 meses, totalizando um valor de R\$ 390,00 a cada dois anos; enquanto que a revisão de molas é feita anualmente e tem

custo próximo de R\$ 1.500,00. Assim, o valor das manutenções varia conforme o ano e a necessidade de reparos: no caso dos anos 1 e 3 estimou-se que serão gastos R\$ 1.500,00 e nos anos 2 e 4 o custo passaria para algo em torno de R\$ 1.890,00.

A etapa seguinte abordou o valor associado à depreciação dos veículos, uma vez que há de se fazer a partir desse cálculo uma espécie de “reserva de fundos” que possibilite, ao final da vida útil, a substituição dos bens. Assim, como estimativa de depreciação do ônibus Mercedes-Benz foi utilizado o critério que levou em conta o valor do veículo (R\$ 20.646,71) dividido pelo número de anos de vida útil previsto para o mesmo (cinco anos, no caso). Calculou-se, então, uma depreciação de 20% ao ano, o que totalizou R\$ 4.129,24 por ano ao longo do período que a empresa pretende utilizar o bem.

Contudo, cabe ressaltar que foram utilizados cinco anos (mesmo que a vida útil prevista tenha sido de quatro anos) porque considerou-se a possível existência de um valor residual por ocasião do término do período de uso dos veículos. Assim, em virtude da dificuldade de estimar algum valor a respeito, utilizou-se o valor equivalente a um ano de depreciação como o possível valor residual.

#### 4.1 Comparativo dos valores apurados como CTP/TCO

Com os cálculos realizados e descritos na seção precedente foi reunido um conjunto de valores a respeito do CTP/TCO dos dois veículos abrangidos nesta pesquisa, sendo que na Tabela 3 estão representados somente os dados referentes ao ônibus Mercedes-Benz, por restrição de espaço no texto.

Itens	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Total
1) Custo de Aquisição R\$	20.646,71	-	-	-	-	20.646,71
2) Custo do capital aplicado R\$	-	1.393,65	1.393,65	1.393,65	1.393,65	5.574,61
3) Custo total da documentação R\$	-	646,71	646,71	646,71	646,71	2.586,84
4) Custo total com manutenção R\$	-	2.043,00	8.013,00	2.043,00	8.013,00	20.112,00
5) Custo total com folha de pagtos. R\$	-	21.495,00	21.495,00	21.495,00	21.495,00	85.980,00
6) Custo com combustível R\$	-	7.238,00	7.238,00	7.238,00	7.238,00	28.952,00
7) Custo com revisões periódicas R\$	-	1.500,00	1.890,00	1.500,00	1.890,00	6.780,00
8) Custo com depreciação anual R\$	-	4.129,34	4.129,34	4.129,34	4.129,34	16.517,37
9=1+...8) Custo Total de Propriedade R\$	20.646,71	38.445,70	44.805,70	38.445,70	44.805,70	187.149,53
10) Valor residual (revenda do veículo ao final da vida útil) R\$						-4.129,34
11=9-10) Valor Final do Custo Total de Propriedade R\$						183.020,19
12) Quilometragem total estimada durante a vida útil prevista						26.400
13=11/12) Custo total de propriedade por quilômetro rodado R\$						6,93

Tabela 3 – Resumo do custo total de propriedade – Ônibus Mercedes-Benz

Com a mensuração de todos os custos decorrentes da aquisição e manutenção dos dois veículos durante as suas vidas úteis foi possível apurar o Custo Total de Propriedade. No caso do ônibus Mercedes-Benz, os dados da Tabela 3 permitem deduzir que o CTP/TCO atingiu R\$ 187.149,53 (item 9) e foi formado pelos fatores

“Custo de aquisição”, “Custo do capital aplicado”, “Custo da documentação”, “Custo com manutenção”, “Custo com folha de pagamentos”, “Custo com combustível”, “Custo com revisões periódicas” e “Custo com depreciação anual”.

Deste valor foi subtraído R\$ 4.129,34 a título de valor residual (item 10), que poderia representar um encaixe de recursos pela venda do veículo ao término da vida útil deste, o que levou ao valor final do CTP/TCO de R\$ 183.020,19. Assumindo-se que a previsão de quilometragem total a ser percorrida pelo veículo seria de 26.400 km nos quatro anos previstos, o custo total de propriedade por quilômetro rodado ficou em R\$ 6,93 (última linha da Tabela 3).

Como os referidos cálculos foram feitos também para o segundo veículo, cabe comparar o desempenho dos dois ônibus nos respectivos contextos, nos moldes do exposto de forma sintética na Tabela 4.

Itens	Ônibus M.-Benz		Ônibus Volkswagen	
	Valores	% do CTP	Valores	% do CTP
1) Custo de Aquisição (veículo + documentos) R\$	20.646,71	11,28%	60.646,71	20,91%
2) Custo do capital aplicado R\$	5.574,61	3,05%	20.468,26	7,06%
3) Custo total da documentação R\$	2.586,84	1,41%	3.233,55	1,11%
4) Custo total com manutenção R\$	20.112,00	10,99%	27.785,00	9,58%
5) Custo total com folha de pagamentos R\$	85.980,00	46,98%	107.475,00	37,05%
6) Custo com combustível R\$	28.952,00	15,82%	21.715,00	7,49%
7) Custo com revisões periódicas R\$	6.780,00	3,70%	8.342,00	2,88%
8) Custo com depreciação anual R\$	16.517,37	9,02%	50.538,93	17,42%
9=1+...8) Custo Total de Propriedade do veículo R\$	187.149,53	102,26%	300.204,45	103,48%
10) Valor residual (revenda do veículo ao final da vida útil) R\$	-4.129,34	-2,26%	-10.107,79	-3,48%
11=9-10) Valor Final do Custo Total de Propriedade R\$	183.020,19	100,00%	290.096,66	100,00%
12) Quilometragem total prevista para a vida útil - Km	26.400	-	39.600	-
13=11/12) Custo total de propriedade por km rodado R\$	6,933	-	7,326	-

Tabela 4 – Comparativo entre os dois veículos

Constatou-se, então, que o custo de aquisição do veículo Mercedes-Benz representou somente 11,28% do CTP/TCO, enquanto que este fator equivaleu a 20,91% no caso do ônibus Volkswagen. Com isso, os demais fatores considerados no cálculo participaram com 88,72% no contexto do primeiro e 79,09% na realidade prevista para o segundo.

Pelo prisma dos valores monetários, o ônibus Mercedes-Benz totalizou o valor de R\$ 183.020,19 para uma quilometragem total estimada de 26.400 km, o que implicou custo de R\$ 6,933 por quilômetro rodado com este veículo.

No que tange ao Volkswagen, o valor total apurado chegou a R\$ 290.096,66 para a quilometragem prevista de 39.600 km, acarretando custo de R\$ 7,326 por quilômetro

a ser percorrido. Destarte, o custo por quilômetro ficou mais caro (R\$ 0,393) no caso do Volkswagen em relação ao Mercedes-Benz, o que representaria um gasto adicional em torno de R\$ 15.566,38 (39.600 km x R\$ 0,393/km) ao longo dos 60 meses de uso previstos para este ônibus.

Outra aplicação desses resultados é no sentido de subsidiar a decisão sobre a viabilidade de manter a frota própria ou terceirizar esta atividade de transporte. Para essa finalidade bastaria comparar o preço por quilômetro rodado dos veículos, como descrito nos parágrafos anteriores, com o valor que seria cobrado por uma empresa terceirizada para efetuar o mesmo tipo de serviço.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa objetivou identificar os custos associados à propriedade de dois veículos utilizados para transportar funcionários de uma determinada indústria de confecções. Nesse sentido, os cálculos expostos nas seções precedentes permitem concluir que tal objetivo foi atingido e proporcionaram os resultados resumidos na sequência.

Mesmo que o custo mais comumente utilizado para decidir sobre a aquisição de bens seja o valor a ser despendido na compra, o raciocínio com base no CTP/TCO implica em ampliar o leque de fatores. Nessa direção, no caso em lume foram considerados também o “custo do capital aplicado”, o “custo da documentação”, o “custo com manutenção”, o “custo com folha de pagamentos”, o “custo com combustível”, o “custo com revisões periódicas”, o “custo com depreciação anual” e o possível “valor residual” ao término da vida útil dos veículos. A partir disso, constatou-se que estes outros fatores (exceto o custo de aquisição) representaram a parte mais substancial do CTP/CTO: 88,72% no veículo Mercedes-Benz e 79,09% no caso do Volkswagen.

Além disso, quanto aos montantes finais calculados, chegou-se a valores distintos para os dois ônibus, sendo que o veículo Mercedes-Benz teve desempenho superior em relação ao Volkswagen, especialmente se considerado o parâmetro de custo (em R\$) por quilômetro rodado: R\$ 6,933 contra R\$ 7,326. A diferença verificada de R\$ 0,393 a cada 1.000 metros percorridos equivale a aproximadamente 5,67% a favor do primeiro ônibus ( $R\$ 0,393 / R\$ 6,933 * 100$ ).

Assim, como possíveis contribuições deste estudo é pertinente destacar dois pontos. O primeiro é no sentido de contribuir, de forma prática, com a administração da entidade em termos de proporcionar uma avaliação mais acurada acerca do desempenho dos dois veículos na realidade operacional cotidiana. Com isso, destacou-se que, mantidas as condições simuladas ou previstas, um dos veículos é economicamente mais viável que o outro, além de subsidiar decisões sobre terceirizar ou manter frota própria.

No âmbito teórico, considera-se que esta pesquisa contribuiu com a evidênciação

de uma aplicação do conceito de CTP/TCO num contexto ainda não identificado em pesquisas correlatas (frota de veículos para transporte de funcionários). Com isso, além de atestar a viabilidade de utilizar essa concepção, expandiu-se um pouco mais o campo de utilização do custo total de propriedade, o que pode facilitar para que outras empresas empreguem a mesma metodologia para realizar avaliações assemelhadas

Quanto às limitações do estudo, por ser um estudo de caso as conclusões oriundas estão circunscritas ao contexto da empresa pesquisada. Assim, não cabe extrapolar os resultados para outras realidades empresariais, mesmo que semelhantes. Outra restrição a considerar está vinculada ao fato de que para determinados fatores foram utilizadas estimativas que podem ou não serem confirmadas posteriormente.

Como sugestões para trabalhos futuros recomenda-se a aplicação em outra(s) empresa(s) com o fito de comparar os resultados. Além disso, seria interessante aprimorar o referido cálculo utilizando o conceito de valor presente para trazer os valores monetários considerados para um mesmo poder aquisitivo da moeda e refinar os resultados a partir disso.

## REFERÊNCIAS

BARICHELLO, R. *et al.* Custo Total de Propriedade (TCO) na aquisição de pneus em uma empresa de terraplanagens e pavimentação. In: CONBREPRO, 4. Anais... Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção: Ponta Grossa/PR, 2014.

BIERMA, T. J./ WATERSTRAAT, F. L. Total cost of ownership for metalworking fluids. WMRC reports. Waste Management and Research Center, Apr, 2004. Disponível em: <[http://www.istc.illinois.edu/main\\_sections/info\\_services/library\\_docs/RR/RR-105.pdf](http://www.istc.illinois.edu/main_sections/info_services/library_docs/RR/RR-105.pdf)>. Acesso em: 18 de março de 2018.

BRAGA, A. Evolução estratégica do processo de compras ou suprimentos de bens e serviços nas empresas. Disponível em: <[http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com\\_content&task=view&id=692&Itemid=74](http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=692&Itemid=74)>. Acesso em: 08 Fev 2018.

CAMARGO, T. F. *et al.* Custo Total de Propriedade: estudo de caso em caminhão (raçõzeiro) utilizado na cadeia de suprimentos da suinocultura. In: CONGRESSO DE CONTABILIDADE DA UFRGS, 1., 2016, Porto Alegre/RS. Anais... I Congresso de Contabilidade da UFRGS, Porto Alegre/RS, 2016.

CARR, L. P.; ITTNER, C. D. Measuring the cost of ownership. *Journal of Cost Management*, v.6, n.3, p. 42-49, 1992.

COSER, T.; SOUZA, M. A. Custo Total de Uso e Propriedade (TCO): estudo de caso em uma indústria gráfica do Rio Grande do Sul (RS). *Contabilidade Vista & Revista*, v. 28, n. 1, p. 67-88, 2017.

DEIMLING, M. F.; GIONGO, J.; ZANROSSO, D. F. Custo Total de Propriedade: adoção no setor de compras da Usina Foz de Chapecó. *ABCustos (São Leopoldo, RS)*, v.7, p. 1- 58, 2012.

DETRANSC-DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO DE SANTA CATARINA Licenciamento anual. Disponível em: <<http://www.detran.sc.gov.br/index.php/veiculos/licenciamento-anual/120-veiculos-licenciamento-anual/356-veiculos-licenciamento-anual-6>>. Acesso em 20 Fev 2018.

EISENBACH NETO, F. J.; MAGALHÃES, V. C. D.; SANTOS, D. F. Análise dos custos logísticos utilizando a metodologia custo total de propriedade (TCO - Total Cost of Ownership) como estratégia no processo de compras do setor de construção civil. *Administração de Empresas em Revista*, v. 12, p. 27-39, 2013.

ELLRAM, L. M.; SIFERD, S. P. Purchasing: the cornerstone of total cost of ownership concept. *International Journal of Business Logistics*, v.14, n.1, p. 163-184, 1993.

ELLRAM, L. M. Total cost of ownership: an analysis approach for purchasing. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Arizona, v. 28, n. 8, p. 04-25, 1995.

FARIA, A. C. de. Custos logísticos: uma abordagem na adequação das informações de Controladoria à gestão da logística empresarial. Tese (Doutorado em Contabilidade) - FEA/USP, São Paulo, 2003.

GASPARETTO, V. *et al.* Custeio da cadeia logística: uma análise das ferramentas disponíveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 6., 1999, São Paulo. Anais. Anais... VI Congresso Brasileiro de Custos, São Paulo, 1999.

GASPARETTO, V.; SILVA, I. S. T. Custo Total de Propriedade (TCO): uma ferramenta auxiliar na gestão de custos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 11., 2004, Porto Seguro. Anais... XI Congresso Brasileiro de Custos, Porto Seguro, 2004.

GRANT, D. B. Gestão de logística e cadeia de suprimentos. São Paulo: Saraiva, 2013.

IGNACIO, A. A. V., *et al.* O papel do custo total de propriedade (TCO) no gerenciamento da cadeia de suprimentos. In: SIMPEP, 13., 2016, Bauru. Anais eletrônicos... XIII SIMPEP, Bauru, SP, Brasil, 2006. Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/957.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/957.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2018.

MOCHNACZ, J. C. *et al.* Aplicação do Custo Total de Propriedade (CTP) em uma agroindústria de grande porte. *Custos e @gronegócioonline* - v. 13, n. 3, 2017.

MULLER, C. J.; PANITZ, C. O. V. O uso da ferramenta de Total Cost of Ownership (TCO) como técnica para avaliação e seleção de fornecedores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 8., 2001. Anais... VIII Congresso Brasileiro de Custos: São Leopoldo, RS, Brasil, 2001.

PARISI, C., MEGLIORINI, E. Contabilidade gerencial. São Paulo: Atlas, 2011.

PESSIN, R. L. *et al.* Custo total de uso e propriedade (TCO): um modelo para compra de veículos de transporte de cargas. In: CONGRESSO USP DE CONTABILIDADE, 16., 2017. Anais... XVII Congresso USP de Contabilidade: São Paulo, SP, 2017.

SCHMIDT, P. *et al.* A importância do Total Cost of Ownership no gerenciamento da cadeia de suprimentos. In: Encontro NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2012. Anais... XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Bento Gonçalves: Enegep, 2012.

WERNKE, R. Custos logísticos: ênfase na gestão financeira de distribuidoras de mercadorias e de transportadoras rodoviárias de cargas. Maringá: Editora MAG, 2014.

WERNKE, R. Custo total de propriedade de automóveis de uso particular: aplicação comparativa em dois modelos populares (1.0). *Revista Brasileira de Contabilidade*, n. 211, p.30-45, 2015.

WERNKE, R.; LEMBECK, M.; MENDES, E. Z. Terceirizar ou “desterceirizar” o transporte: estudo de caso. *Revista Mundo Logística*, v.5, n. 27, 2012.

## ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA PARA CRIAÇÃO DE UMA INCUBADORA TECNOLÓGICA EM LORENA

### **Thamara Gonçalves Vilela Prado**

Universidade de São Paulo, EEL-USP,  
Departamento de Engenharia de Produção da  
Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP)  
Lorena – São Paulo

### **Marco Antonio Pereira**

Universidade de São Paulo, EEL-USP,  
Departamento de Engenharia de Produção da  
Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP)  
Lorena – São Paulo

**RESUMO:** A região do Vale do Paraíba, a qual Lorena faz parte, está muito propícia ao surgimento de novas empresas, devido ao ecossistema existente na região, principalmente devido ao grande número de universidades voltadas à área de engenharia e inovação. Baseado nesse contexto, uma Incubadora de Negócios na cidade de Lorena (SP) facilitaria a consolidação desses empreendimentos que, normalmente, são oriundos de alunos de graduação e pós-graduação (mestrado e doutorado) dos grandes centros tecnológicos que estão fortemente presentes no Vale; além do fomento ao empreendedorismo na região, considerado, atualmente, um dos principais responsáveis pela necessária transformação social e econômica do nosso país. Por isso, o seguinte artigo estuda a viabilidade técnica e econômica para se criar uma incubadora

de empresas na cidade de Lorena, que atenda às necessidades e que dê suporte aos empreendedores da cidade e região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Incubadoras, Startups, Tecnologia, Inovação, Empreendedorismo.

**ABSTRACT:** The region of Paraíba Valley, which is a leader in the area, is very conducive to emerge new companies, due to the large number of university students focused on engineering and innovation around there. The Business Incubator in the City of Lorena (SP) could develop the entrepreneurships that normally come from the postgraduate (masters) of the great technological centers that are strongly present in the Valley; in addition, the promotion of entrepreneurship in the region, currently considered one of the main beneficiaries of social and economic change in our country. Therefore, the following article is an advantageous and economical technique to create a business incubator in the city of Lorena that meets the needs and opportunities of an entrepreneur in the city and region.

**KEYWORDS:** Incubators, Startups, Technology, Innovation, Entrepreneurship.

### 1 | INTRODUÇÃO

A Região do Vale do Paraíba, localizada entre os dois maiores centros produtores

e consumidores do país, Rio de Janeiro e São Paulo, teve, nos últimos anos, um grande avanço no seu desenvolvimento econômico. Por se localizar numa região bastante desenvolvida na área da educação, principalmente pelo número significativo de instituições públicas de ensino superior, esta é uma região propícia para o desenvolvimento e a disseminação do empreendedorismo, principalmente, por meio da criação de novas empresas inovadoras, mais conhecidas como “startups”. Lorena é uma cidade do Estado de São Paulo, localizada a 190 Km de São Paulo e 250 Km do Rio de Janeiro. O objetivo desse trabalho é apresentar um Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE) realizado com vistas a instalação de uma incubadora na cidade de Lorena.

## **2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Incubadoras de Empresas no Brasil**

No Brasil, incubadoras de empresas começaram a ser criadas a partir de uma iniciativa do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) durante a década de 80, com a implantação do primeiro Programa de Parques Tecnológicos no país. Com isso, semeou-se a ideia de empreendedorismo inovador no país provocando o surgimento de um dos maiores sistemas mundiais de incubação de empresas (ANPROTEC & MCTI, 2008).

De acordo com um estudo realizado pela ANPROTEC, em parceria com o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Brasil tem 384 incubadoras em operação, que abrigam 2.640 empresas, gerando 16.394 postos de trabalho. Essas incubadoras também já graduaram 2.509 empreendimentos, que hoje faturam R\$ 4,1 bilhões e empregam 29.205 pessoas (ANPROTEC, 2016)

### **2.2 O Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE)**

Para se criar uma Incubadora de Empresas, os agentes devem atuar como articuladores, divulgando os benefícios decorrentes da sua implantação dessas organizações, com o objetivo de atrair parcerias e apoios destinados às suas fases de planejamento e de operacionalização, principalmente quando se trata de apoio político, financeiro, técnico e tecnológico (MEDEIROS, 1996).

A primeira etapa do planejamento para a criação de uma Incubadora de Empresas deve ser feita através de um estudo de caso que colete informações suficientes para indicar se as condições necessárias para se criar a incubadora estão presentes no local estudado (ANPROTEC, 2008). Na ausência dessas condições, o desempenho da incubadora ficará comprometido e, portanto, desaconselha-se a sua criação. Sendo assim, o Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE) é dado como uma fase exploratória, que consiste em reunir dados e informações favoráveis e desfavoráveis

sobre a realidade política, social, cultural, educacional e econômica da região onde se pretende criar a incubadora. Para esta etapa, é desejável identificar uma instituição que apoie, com recursos humanos e/ou financeiros, a realização do estudo (UNIDO, 1999).

Segundo Medeiros (1996), as etapas de um EVTE são: estudo das instituições de apoio; infraestrutura; perfil do setor produtivo, do empresariado e do mercado; local de instalação da incubadora; e os riscos envolvidos.

## 2.3 Análise SWOT

Trata-se de uma ferramenta de análise estratégica que visa estudar a competitividade de uma organização segundo quatro variáveis: *Strengths* (Forças), *Weaknesses* (Fraquezas), *Oportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças) (RODRIGUES et al., 2005). Segundo Rodrigues (2005), quando os pontos fortes de uma organização estão alinhados com os fatores críticos de sucesso para satisfazer as oportunidades de mercado, ela será por certo, competitiva a longo prazo.

Segundo Chiavenato e Shapiro (2003), a avaliação estratégica realizada a partir da matriz SWOT é uma das ferramentas mais utilizadas na gestão estratégica competitiva. Trata-se de relacionar as oportunidades e ameaças presentes no ambiente externo com as forças e fraquezas mapeadas no ambiente interno da organização, a fim de amenizar os pontos fracos e elevar os pontos fortes.

Baseado nessa perspectiva, essa ferramenta foi utilizada com o intuito de conhecer e analisar o ambiente interno e externo à futura Incubadora de Empresas de Lorena, para que, assim, fosse possível prever erros e encontrar potenciais soluções para contornar e modificar situações não desejáveis ao longo desse percurso.

## 3 | METODOLOGIA

### 3.1 Estrutura Conceitual Teórica

O método de pesquisa mais adequado ao objetivo pretendido é o de estudo de caso, que possui caráter empírico e investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio de análise aprofundada de um ou mais objetos de análise (casos). Esse estudo de caso trata-se de um caso único e longitudinal (VOSS et al., 2002).

Em relação ao direcionamento de um estudo de caso, uma proposta de conteúdo e de sequência para sua condução pode ser vista na Figura 1, proposta por Miguel (2007).

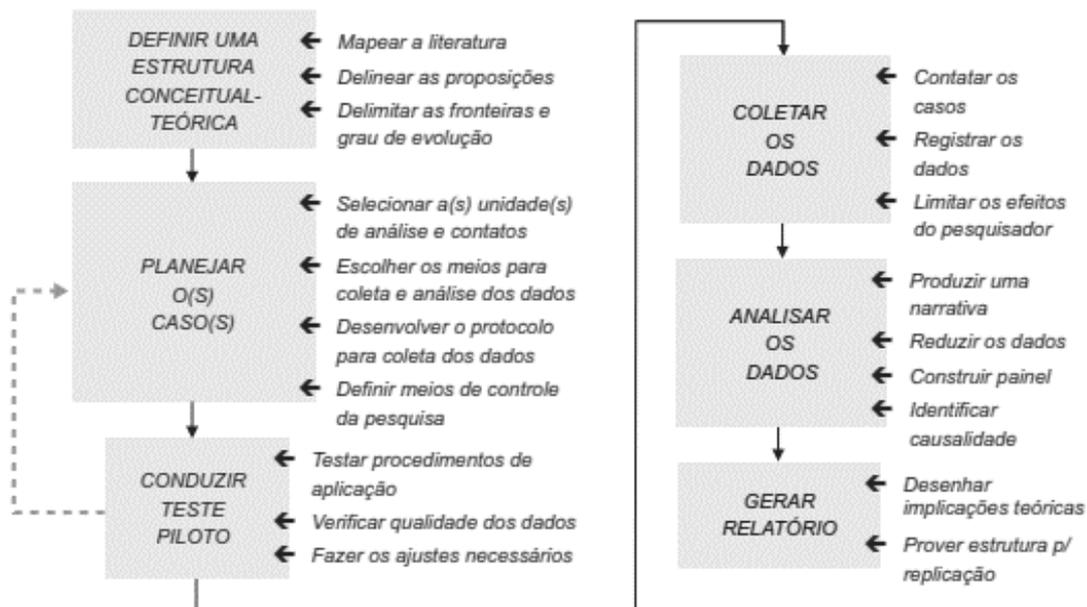


Figura 1: Condução do Estudo de Caso

Fonte: Miguel (2007)

Ao se tratar da tipologia do Estudo de Caso, segundo as etapas sugeridas por Voss (2002), o seguinte estudo de caso pode ser classificado como:

- Natureza das variáveis pesquisadas: Qualitativa;
- Natureza do relacionamento entre variáveis: Caráter Descritivo;
- Objetivo e grau de cristalização do problema: Natureza Conclusiva;
- Intensidade de controle capaz de ser exercida sobre as variáveis em estudo: Experimentais de Campo;
- Escopo da pesquisa, em termos de profundidade e amplitude: Estudo de Caso.

### 3.2 Planejamento e Condução do Estudo de Caso

A condução do estudo de caso foi baseada em entrevistas, estudo crítico documental e na aplicação de análise SWOT. Um estudo crítico documental foi realizado a partir de um estágio de seis meses, na Incubadora de Negócios da Universidade da Colúmbia Britânica (*The University of British Columbia - UBC*), a *entrepreneurship@UBC*.

### 3.3 Coleta e Análise dos Dados

Na Coleta de Dados, os casos devem ser contatados, considerando as principais informações para que os informantes e/ou entrevistados estejam cientes do motivo da pesquisa e dos resultados esperados. Além disso, a Coleta de Dados tem caráter de confidencialidade dos dados coletados, ou seja, os dados coletados serão utilizados exclusivamente para realização da pesquisa apresentada (MIGUEL, 2007).

Dentre todos os dados coletados, o estudo crítico documental realizado na Universidade da Colúmbia Britânica foi o de maior relevância. Nele, foi possível aprender como é a estrutura de uma incubadora de sucesso. Além disso, foi possível conhecer a estratégia empregada pela incubadora para alcançar bons resultados, bem como entender o direcionamento que seria necessário realizar para que essa estratégia pudesse ser aplicada à realidade a qual a cidade de Lorena (SP) está inserida.

A análise dos dados foi baseada na técnica de triangulação (MIGUEL, 2007), ou seja, na iteração entre diversas fontes de evidência com o intuito de sustentar os constructos, proposições ou hipóteses, e, posteriormente, analisar a convergência destas fontes de evidência, por meio da criação de um relatório sólido e conclusivo. A partir do conjunto de dados coletados, considerando as múltiplas fontes de evidência, foi produzido uma espécie de narrativa geral do caso, e, posteriormente, houve uma redução dos dados (*data reduction*) de tal forma que fosse incluído na análise somente aquilo que é essencial e que tem estreita ligação com os objetivos e constructos da pesquisa.

## 4 | ESTÁGIO NA UNIVERSIDADE DA COLÚMBIA BRITÂNICA (UBC)

No primeiro semestre de 2017, a autora principal deste trabalho realizou um estágio na *entrepreneurship@UBC*, a Incubadora de Negócios da Universidade da Colúmbia Britânica (UBC) em Vancouver. A UBC é classificada, por diferentes rankings mundiais, dentre as 40 melhores universidades do mundo e tem como missão transformar a vida de mais de 60.000 estudantes do Canadá e de outros 140 países.

O objetivo principal do estágio foi realizar uma análise de fatores relevantes para que se tenha sucesso em uma Incubadora Tecnológica, visando adquirir conhecimento e experiência suficientes para contribuir com a criação de uma Incubadora de Empresas específica à realidade de Lorena.

### 4.1 O Modelo de Incubação da *e@UBC*

A jornada incubação da *e@UBC* é baseado em um modelo de funil, composto por quatro grandes áreas: Ideação, Validação do Modelo de Negócio, Construção da Empresa e Escalabilidade, conforme mostra a figura 2.

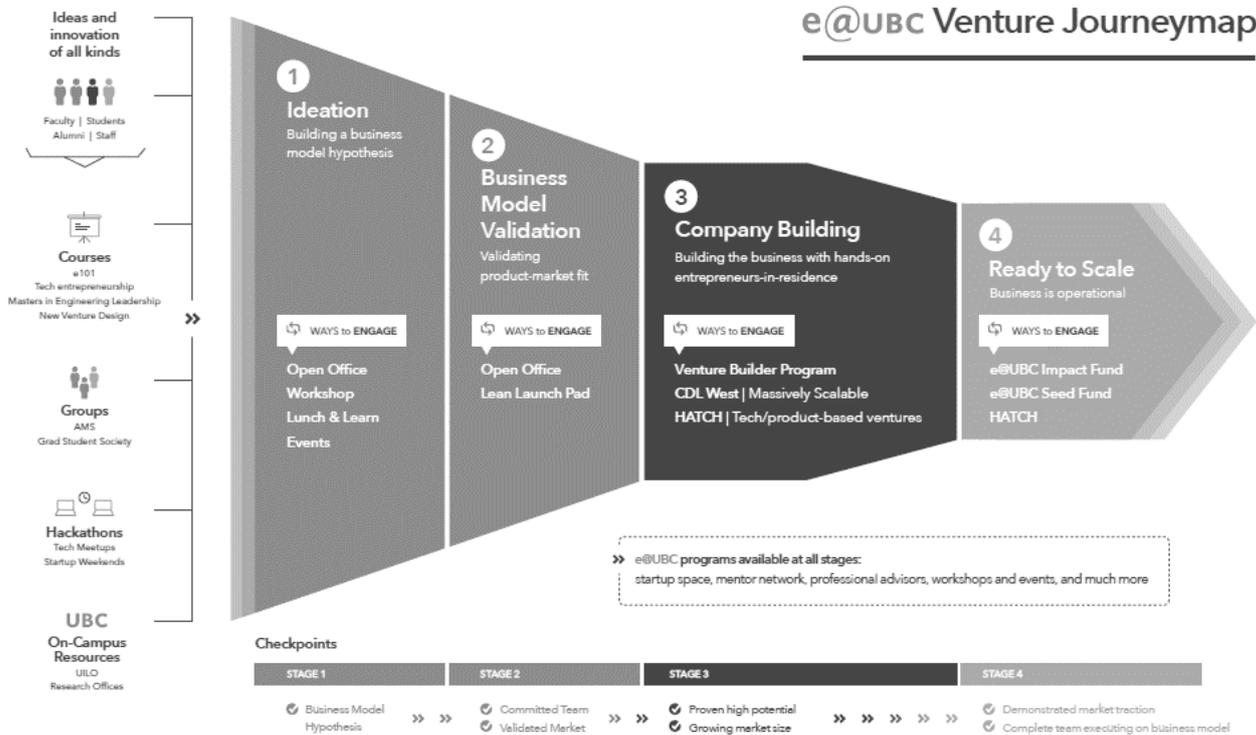


Figura 2: Funil dos programas oferecidos pela e@UBC

Fonte: entrepreneurship@UBC (2018)

Todo o programa de incubação na e@UBC dura, aproximadamente, dois anos e conta com o suporte de mentores e EIRs (Empreendedores em Residência), responsáveis por trabalhar diretamente com as Ventures - empreendimentos nascentes, os quais são considerados potenciais empresas a serem incubadas - e as auxiliarem a alcançar os objetivos desejados em cada etapa do programa.

Primeiramente, na etapa *Ideation* (Ideação) ocorre o programa chamado *Lean Launch Pad*, o qual os empreendedores desenvolvem e validam seu modelo de negócio, por meio de pesquisas e entrevistas a respeito do mercado ao qual o respectivo empreendimento está inserido. Numa segunda etapa de seleção, os empreendimentos desenvolvem suas propostas de valores, por meio do aprimoramento e da validação do Canvas, criado na etapa um por meio da metodologia proposta no *Business Model Validation* (OSTERWALDER, 2010). Após o recebimento deste programa, as empresas que mais se aproximarem de um modelo de negócio bem delimitado são convidadas para participarem do *Bootcamp*, principal programa que ocorre na terceira etapa do funil da Incubadora, o *Company Building* (Construção de Empresa). Nele, as Ventures têm a oportunidade de conhecer ainda mais sobre mercado e cliente, com atividades mais práticas, em que desenvolvem *pitches* de como vender suas respectivas histórias para diferentes *stakeholders*.

A última etapa do filtro é de fato a etapa de aceleração do negócio, em que ocorre em um espaço físico com elevado suporte técnico e tecnológico, chamado *Hatch*. Nesse espaço, os empreendimentos são acelerados por aproximadamente seis meses, os empreendedores têm a oportunidade de construir seus respectivos

produtos e/ou serviços, contando com alta tecnologia e suporte, além de salas para reuniões e encontros estratégicos com mentores e EIRs para o desenvolvimento e crescimento das *Ventures* de um modo geral.

Por fim, o último processo de seleção, e também mais concorrido, é o processo de escolha dos empreendimentos que terão apoio financeiro. Atualmente, a *e@UBC* conta com dois programas diferentes de fundo monetário, um voltado para as empresas de negócio de impacto social, chamado *e@UBC Impact Fund*, e um outro para as demais empresas incubadas, chamado *e@UBC General Fund*.

## 4.2 Análises do Estudo na Universidade da Colúmbia Britânica

O estágio realizado na UBC trouxe insumos relevantes para um melhor entendimento de como funciona a estrutura de uma Incubadora bem estruturada e qual o retorno gerado por essa organização, quando consegue alcançar seus principais objetivos. A *e@UBC* trata-se de uma incubadora jovem (x anos), e ainda com diversos pontos a se desenvolver, e muito de sua infraestrutura ainda está em crescimento. A oportunidade de acompanhar esse período de planejamento e organização, em paralelo à implementação do modelo de incubação, fez com que fosse possível vivenciar algumas falhas a fim de evitar que elas se repetissem em um possível protótipo de incubação para a cidade de Lorena (SP). Dentre as principais informações coletadas na *e@UBC*, destacam-se o modelo de incubação utilizado, o contato com as *Ventures* por meio das entrevistas realizadas e a preocupação da disseminação do empreendedorismo no âmbito universitário, por meio do contato próximo com os alunos e também do desenvolvimento de disciplinas focadas no empreendedorismo e na inovação.

## 5 | ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA (EVTE)

### 5.1 Viabilidade Técnica

#### 5.1.1 Possíveis Instituições de Apoio

Como potenciais instituições de apoio, três se destacam como atores relevantes: SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas), as Universidades de Lorena e a Prefeitura do Município de Lorena.

O Sebrae atua em todo o país. Em São Paulo, especificamente, o SEBRAE pode ser considerado uma entidade que tem em seu conselho administrativo representantes da iniciativa privada e do setor público. Constitui-se de uma instituição que prepara os micro e pequenos empresários para obterem as condições necessárias para crescer e acompanhar o ritmo de uma economia competitiva (SEBRAE, 2018). O próprio SEBRAE pode ser um parceiro do município ao instalar um posto do “SEBRAE Aqui”,

ampliando ainda mais a gama de serviços disponibilizados aos empreendedores locais.

Em relação às universidades de Lorena (SP), primeiramente, a Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP), única unidade da USP no Vale do Paraíba - Estado de São Paulo. Ao se tratar do vínculo universitário com o empreendedorismo, a USP incentiva essa aproximação através da Agência USP de Inovação que promove o empreendedorismo, oferece suporte técnico, gerencial e de formação ao empreendedor, e se propõe a auxiliar na transferência de tecnologia, preocupando-se em colocá-las à disposição da sociedade.

Outra Universidade presente em Lorena (SP) é o Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL). Desde 2013, o UNISAL tem um centro de empreendedorismo na Universidade que tem como foco principal auxiliar os alunos que almejam empreender, bem como aproximar o meio acadêmico a diversos temas vinculados ao empreendedorismo e à inovação (UNISAL, 2018). De maneira geral, o Centro de Empreendedorismo (CdE) é o articulador institucional da cultura empreendedora e da inovação no UNISAL.

Por fim, o Centro Universitário Teresa D'Ávila (UNIFATEA) possui um envolvimento com o empreendedorismo mais recente. Em 2017, o Curso de Administração do UNIFATEA realizou a 1ª. Semana do Empreendedorismo. A fim de apresentar o empreendedorismo como oportunidade fundamental de transformação econômica e social regional no Brasil e no mundo, o evento foi inspirado na semana Global do Empreendedorismo, que em 2017 teve o tema “A revolução já começou” (UNIFATEA, 2018).

Em relação aos órgãos públicos da cidade de Lorena (SP), a Prefeitura se faz um potencial parceiro para criação da Incubadora de Lorena, não apenas pela influência que possui na cidade e região, como também pela preocupação com seu desenvolvimento. A Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação da Prefeitura de Lorena é um importante *stakeholder* para a criação da Incubadora de Lorena, já que tem por missão apoiar a economia local, atrair novos investimentos, aumentar a arrecadação e promover a geração de novos empregos, no âmbito da Indústria, Comércio, Serviço e Turismo (PREFEITURA DE LORENA, 2018).

### 5.1.2 Entrevistas Realizadas com Potenciais Parceiros

Dois relevantes atores foram entrevistados como potenciais parceiros para a criação da Incubadora em Lorena (SP): (i) – o Secretário de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação da Prefeitura de Lorena; e o (ii) - Gerente do SEBRAE de Guaratinguetá, município a 10 km de Lorena. Ambos os entrevistados acreditam que Lorena tem potencial para sediar uma Incubadora de Empresas.

O Gerente do SEBRAE fez referência à tríplice hélice, análise a qual apresenta os três recursos principais na criação de uma Incubadora, o poder público, a iniciativa privada e as universidades, sendo que Lorena (SP) se enquadra nessas necessidades.

Ao se tratar da importância de uma Incubadora de Empresas, em especial para o município, o Secretário da Prefeitura de Lorena afirmou ser uma política pública fundamental, já que ações de incubação auxiliam o desenvolvimento econômico de maneira sustentável, aumentando o índice de sucesso de empresas nascentes e evitando a mortalidade dos empreendimentos em seus primeiros anos de existência. Nessa mesma questão, o Gerente do SEBRAE ressaltou que negócios do futuro passam pelo status de *startups*, e, portanto, apoiar novos negócios de tecnologia e inovação, por meio de programas de aceleração e inovação, é um investimento certo que gerará frutos no futuro.

## 5.2 Viabilidade Econômica

### 5.2.1 O Cenário Econômico

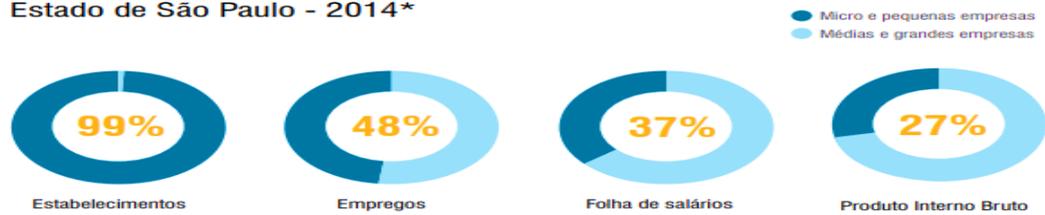
De maneira macro, ao se tratar da economia do estado de São Paulo, em 2016 o PIB (Produto Interno Bruto) foi computado em 2,010 trilhões de reais. Em uma microanálise, a Região Metropolitana do Vale do Paraíba, a qual Lorena (SP) está inserida, é a terceira mais rica dentre as 16 regiões do Estado de São Paulo, incluindo as administrativas. O PIB das 39 cidades da Região do Vale do Paraíba Paulista representa 4,4% do PIB estadual, que fechou 2015 em R\$ 1,89 trilhão. Por fim, em relação à cidade de Lorena (SP), o PIB per capita foi computado em 24,5 mil reais, em 2015, com um percentual de receita oriundo de fontes externas de 75,3% (IBGE, 2018). Atualmente, o PIB da cidade se aproxima de 2,1 milhões de reais, com uma população estimada para 2017 de 87.980 pessoas (IBGE, 2018).

### 5.2.2 O impacto do empreendedorismo no cenário econômico

Por meio dessas pesquisas realizadas pelo SEBRAE, em um cenário de crise econômica como o enfrentado pelo Brasil desde 2014, foi possível concluir que os pequenos negócios são fator fundamental para que o país se reestabeleça diante desta realidade. A figura 3 mostra que cerca de 48% dos empregos no estado de São Paulo são oriundos de pequenos negócios, os quais compõem 27% do PIB estadual.

- Micro e pequenas empresas
- Médias e grandes empresas

### Participação das MPEs na economia Estado de São Paulo - 2014\*



Fonte: Elaborado pelo Sebrae-SP/ Gestão Estratégica, a partir da RAIS/ MTE (2014) e Sebrae-NA/ FGV (2015).  
\* Os dados sobre a participação das MPEs no Produto Interno Bruto se referem a 2011.

Figura 3: Participação das MPEs na economia de São Paulo

Fonte: Sebrae-SP (2018)

Segundo o SEBRAE (2018), no Estado de São Paulo, 2 em cada 10 empresas fecham antes de completarem 2 anos no mercado. A taxa de sobrevivência é de, portanto, 78,1%. Por setores, a maior taxa de sobrevivência é a da indústria (83,4%), seguida do comércio (79,3%), da construção (78,6%) e de serviços (76,2%). Investimentos (capital financeiro), mão de obra e impostos são os temas que mais impõe dificuldade aos pequenos negócios. Além disso, para iniciar o negócio, a maioria dos empreendedores conta basicamente com recursos próprios ou da família, o que comprova a dificuldade dos empreendedores de se estabelecerem no mercado pela ausência de *Venture Capital* e de apoio financeiro do Governo (SEBRAE, 2018).

### 5.3 Análise de ambiente

Uma análise SWOT foi realizada com o intuito de conhecer e analisar o ambiente interno e externo à uma possível futura Incubadora de Empresas na cidade de Lorena. Para isso, a cidade de Lorena e tudo o que a envolve foram considerados fatores internos. E, como ambiente externo, foi mapeado o meio em que a Incubadora de Empresas de Lorena estará inserida, ou seja, *stakeholders* no geral e o próprio Vale do Paraíba, microrregião da cidade de Lorena. Os resultados encontram-se no quadro 1.

ANÁLISE INTERNA	Forças	Fraquezas
	Presença de Universidades de qualidade	Cidade com uma pequena população
	Universidades com preocupação de desenvolver o espírito empreendedor nos alunos	Universidades não trabalham em conjunto na construção de um polo empreendedor
	Ocorrência da tríplice-hélice na cidade de Lorena	Recursos Financeiros
	Tecnologia e inovação presentes devido ao desenvolvimento oriundo das Universidades, além da presença de estudos patenteados	Burocracia em sua escala micro;
	Presença de cursos de Pós-Graduação e Mestrado nas Universidades	<i>Mindset</i> da população nativa de Lorena;
	Elevada concentração de estudantes na cidade, de diferentes regiões do Brasil, com diferentes experiências e pensamentos	Instituições realizando atividades semelhantes, porém de maneiras distintas, sem união de forças
	Prefeitura de Lorena possui uma Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação	
ANÁLISE EXTERNA	Oportunidades	Ameaças
	Região propícia para o desenvolvimento de atividades de apoio ao empreendedorismo	<i>Mindset</i> dos empreendedores
	Potenciais patrocinadores possuem grande influência na região: Universidades, SEBRAE e indústrias	Baixo incentivo do Governo na criação de novos negócios
	Região próxima dos dois maiores polos econômicos do Brasil: Rio de Janeiro e São Paulo	Burocracia de se criar negócios no país
	Polo industrial na Região do Vale do Paraíba	Crise Econômica
	Crise Econômica;	

Quadro 1 – Análise SWOT

Como a metodologia se baseia no cruzamento dos dados levantados, ou seja, utilizar-se das forças para amenizar as ameaças e aproveitar as oportunidades para desenvolver as fraquezas, algumas análises foram feitas.

**1. Estratégia Ofensiva:** Cruzamento de pontos fortes e oportunidades para desenvolvimento das vantagens competitivas

Uma importante estratégia ofensiva é o compartilhamento de informações a respeito de incentivos a empreendedores, já que o fato de Lorena ser uma cidade com elevada concentração de estudantes, de diferentes regiões do Brasil, com diferentes experiências e pensamentos, faz da cidade uma região em potencial ao surgimento de novas ideias. Isso, atrelado ao fato de a região ser propícia para o desenvolvimento de atividades de apoio ao empreendedorismo, facilita o surgimento de empreendimentos inovadores com potencial de serem incubados.

## 2. Estratégia de Confronto: Cruzamento de pontos fortes e ameaças para modificação do ambiente a favor da Instituição

Uma estratégia de confronto que requer atenção é o gatilho de persuasão que deve ser utilizado na transformação de *mindset* dos empreendedores da região, o qual foi levantado na SWOT como uma ameaça na construção da Incubadora de Lorena. Com o intuito de reverter esse cenário, é possível utilizar-se do selo de qualidade que as Universidades de Lorena possuem, em especial a Universidade de São Paulo (USP), considerada a universidade latino-americana mais bem colocada no *World University Ranking 2017-2018*, (*Times Higher Education*, 2018).

## 3. Estratégia de Reforço: Cruzamento de pontos fracos e oportunidades para aproveitar assertivamente as oportunidades

Uma estratégia de reforço é vincular as Instituições de Ensino, que acabam realizando atividades de empreendedorismo e inovação semelhantes, porém de maneiras distintas, sem união de forças. Esse vínculo pode ser facilitado pelos potenciais parceiros, que como apresentado na SWOT, são uma oportunidade na criação da Incubadora de Lorena, por possuírem grande influência na região. Assim, seria possível unir forças na construção de um serviço de qualidade a ser entregue aos potenciais empreendedores da região, bem como àqueles que já realizam atividades de cunho empreendedor.

## 4. Estratégia Defensiva: Cruzamento de pontos fracos e ameaças para prever situações com o intuito de proteger a Instituição

Em relação às estratégias defensivas, um ponto de atenção são os recursos financeiros, apresentados como fraqueza na análise SWOT. Isso, vinculado ao baixo incentivo do Governo na criação de novos negócios, dificultará a viabilidade financeira de construção da Incubadora de Lorena. Por isso, vale a estratégia de captação de recursos desde o planejamento de construção da Incubadora, por meio de parcerias e patrocínios, além de um plano de negócios bem estruturado, a fim de se preparar para possíveis situações de risco pela ausência de fonte de renda.

## **6 | CONCLUSÃO**

Conclui-se que Lorena (SP) possui os requisitos necessários para se posicionar como cidade com potencial para o desenvolvimento de empreendimentos por meio dos programas de aceleração e incubação, contando com o auxílio de potenciais parceiros como as três Universidades de Lorena (USP, UNISAL e UNIFATEA), o SEBRAE e a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação da Prefeitura de Lorena. Todo esse ecossistema empreendedor, devidamente articulado, tem potencial não apenas para desenvolver a cidade de Lorena (SP), como também a região na qual está inserida, seja pela criação de novos empregos, seja pelo aquecimento da economia por meio do impacto direto que gerará no Produto

Interno Bruto da região. Além disso, o maior retorno que se pode esperar de uma futura Incubadora de Lorena (SP) é o de estimular o pensamento empreendedor na população, em especial nos estudantes, de que o empreendedorismo é um dos mais relevantes meios para que o Brasil possa superar a atual instabilidade econômica e social e vir a crescer muito no futuro.

## REFERÊNCIAS

- ANPROTEC, Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendedorismo Inovadores. **Prêmio Nacional de Empreendedorismo Inovador**. Brasília, 2008.
- ANPROTEC, Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendedorismo Inovadores. **Estudos de Práticas de Parques Tecnológicos e Incubadoras de Empresas**. Disponível em <[http://www.anprotec.org.br/Relata/EstudoMelhoresPraticasParques Incubadoras.pdf](http://www.anprotec.org.br/Relata/EstudoMelhoresPraticasParques%20Incubadoras.pdf)>. Acesso em jun. 2016
- CHIAVENATO, Idalberto; SAPIRO, Arão. **Planejamento Estratégico: fundamentos e aplicações**. 1. ed. 13° tiragem. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- ENTREPRENEURSHIP@UBC. Disponível em <<http://entrepreneurship.ubc.ca/>>. Acesso em fev 2018.
- MEDEIROS, A. J. e ATAS, L. Condomínios e Incubadoras de Empresas - Guia das instituições de apoio. **Edição SEBRAE**. Porto Alegre, 1996. 157p.
- MIGUEL, P. A. C. **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução**; 2007.
- OSTERWALDER, Alexander. **Business Model Generation**, 2010.
- PREFEITURA DE LORENA. Disponível em <[www.lorena.sp.gov.br/](http://www.lorena.sp.gov.br/)>. Acesso em fev. 2018.
- RODRIGUES, Jorge Nascimento; et al. **50 Gurus Para o Século XXI**. 1. ed. Lisboa: Centro Atlântico. PT, 2005.
- SEBRAE. **10 anos de Monitoramento da Sobrevivência e Mortalidade de Empresas**. São Paulo, 2008.
- THE TIMES HIGHER EDUCATION, Provedor de dados. Disponível em <<https://www.timeshighereducation.com/>>. Acesso em fev.2018
- UNIDO. Practical Guidelines for Business Incubation System - how to establish a business incubation system. **UNIDO-manual**, sd, 68p.b, 1999
- UNIFATEA. Disponível em <<http://www.unifatea.edu.br/index.php/pt/>>. Acesso em fev.2018
- UNIFATEA, Semana de Empreendedorismo 2017. Disponível em <<https://www.even3.com.br/empreundeunifatea>>. Acesso em fev.2018
- UNISAL, Centro de Empreendedorismo. Disponível em <<http://unisal.br/blog/centro-de-empreendedorismo/>>. Acesso em fev. 2018
- VOSS, C., TSIKRIKTSIS, N. & FROHLICH, M. **Case research in operations management**; 2002.

## MÉTODO FLUXO DE CAIXA DESCONTADO: ANÁLISE FINANCEIRA DA PETROBRAS

### **Evandir Megliorini**

Universidade Federal do ABC – UFABC  
CECS – Centro de Engenharia, Modelagem e  
Ciências Sociais Aplicadas  
São Bernardo do Campo – São Paulo

### **Ian Miller**

Universidade Federal do ABC – UFABC  
CECS – Centro de Engenharia, Modelagem e  
Ciências Sociais Aplicadas  
São Bernardo do Campo – São Paulo

### **Osmar Domingues**

Universidade Federal do ABC – UFABC  
CECS – Centro de Engenharia, Modelagem e  
Ciências Sociais Aplicadas  
São Bernardo do Campo – São Paulo

### **José Roberto Tálamo**

Universidade Federal do ABC – UFABC  
CECS – Centro de Engenharia, Modelagem e  
Ciências Sociais Aplicadas  
São Bernardo do Campo – São Paulo

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo compreender o conjunto de fatores envolvidos na formação do preço das ações da empresa Petróleo Brasileiro S/A. e o valor total da empresa. Para tanto, foi empreendida pesquisa exploratória utilizando o método de Fluxo de Caixa Descontado, com base nos dados obtidos das demonstrações contábeis da companhia, de projeções macroeconômicas e

de projeções da empresa feitas em seu Plano Estratégico e Plano de Negócios de Gestão 2017-2021. A metodologia estabeleceu três cenários para produção da empresa, sendo um cenário base, um otimista e um pessimista, encontrando-se os valores de US\$12,5/ADR, US\$16,6/ADR e US\$8,4/ADR, respectivamente. O valor de mercado da Companhia até março de 2017, era inferior aos valores encontrados na análise nos cenários base e otimista, o que sugere espaço para uma possível valorização do preço das ações da empresa no mercado acionário.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação de empresas, óleo & gás, PETROBRAS.

### DISCOUNTED CASH FLOW METHOD: PETROBRAS FINANCIAL ANALYSIS

**ABSTRACT:** This paper examines the set of factors involved in the share price formation of Petróleo Brasileiro S.A. and the total value of the company. For this purpose, an exploratory research was undertaken using the Discounted Cash Flow method, based on data obtained from the company's financial statements, macroeconomic projections and company's forecasts made in its 2017-2021 Business and Management Plan. The methodology established three scenarios for the company's production, being a base case scenario, an

optimistic scenario and a pessimistic scenario, reaching values of US\$12.5/ADR, US\$16.6/ADR and US\$8.4/ADR, respectively. The company's market capitalization up to March 2017 was lower than the values found in the base case and optimistic scenarios, suggesting that there is room for a possible appreciation of the company's share price in the stock market.

**KEYWORDS:** Evaluation of companies, oil & gas, PETROBRAS.

## 1 | INTRODUÇÃO

A avaliação de ativos é um eixo no universo das finanças, em que não há uma única metodologia que possa ser considerada correta (PÓVOA, 2004). A análise parte do pressuposto de que todo ativo, financeiro ou real, tem valor (DAMORARAN, 2014). O propósito de um investimento é gerar valor suficiente para cobrir seu custo e risco (KOLLER et al, 2010).

A avaliação de empresas enquadra-se nesse universo, sendo capaz de fornecer a base para a tomada de decisões de compra ou venda de companhias ou de parte destas (MEITNER, 2006).

As análises fundamentalistas utilizam, entre outros recursos, dados contábeis com intuito de chegar ao valor real da empresa, sendo que este pode ser relacionado às perspectivas de crescimento da empresa, aos seus fluxos de caixa e perfil de risco (DAMODARAN, 2014).

A Petrobras é uma empresa estatal de economia mista, fundada em 1953, com ações negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo e na Bolsa de Valores de Nova Iorque, tendo o Governo Federal do Brasil como maior acionista (GAUTO, 2011).

Por tratar-se de uma empresa de grande porte, com diversos segmentos e atuação ramificada por diversos elos da cadeia, a análise financeira da Petrobras mostra-se desafiadora e de grande relevância para o mercado acionário, pois tem parcela significativa no volume financeiro negociado na Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo – BM&FBOVESPA.

Este artigo busca avaliar a Petrobras empregando o método do fluxo de caixa descontado (DCF) e, assim, responder ao seguinte problema de pesquisa: **Qual é o preço justo das ações da Petrobras, considerando a sua situação financeira atual?**

## 2 | OBJETIVO

O objetivo deste estudo é avaliar financeiramente a Petrobras, por intermédio do método do fluxo de caixa descontado, com o propósito de estabelecer o valor justo para o preço das ações negociadas na Bolsa de Valores de Nova Iorque e, conseqüentemente, estabelecer o valor total para a empresa.

## 3 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 Taxas de desconto

A análise intrínseca do valor das ações e da empresa será efetuada por meio do Fluxo de Caixa Descontado, que segundo Gross (2006, p.36), pode ser realizada de duas maneiras:

- 1ª: o modelo de precificação leva em conta o fluxo de caixa livre para a empresa, que corresponde ao somatório de recursos próprios e de terceiros, o qual adota como referência o lucro operacional após impostos. Neste caso utiliza-se o custo médio ponderado de capital (WACC) como taxa de desconto do fluxo de caixa;
- 2ª: a metodologia utiliza o fluxo de caixa livre para o acionista, que considera apenas o capital próprio e adota o lucro líquido como referência. Neste caso, utiliza-se o custo de capital próprio (CAPM) como taxa de desconto do fluxo de caixa.

#### 3.1.1 Custo de Capital Próprio

O *Capital Asset Pricing Model* – CAPM, tem como propósito determinar a taxa de retorno conveniente para um determinado ativo comparativamente à uma carteira de mercado, correspondendo à taxa de rentabilidade exigida pelos investidores para compensar o risco de mercado ao qual estão expostos (COSTA et al., 2010).

O modelo CAPM presume que a taxa de retorno esperada do título é igual à taxa livre de risco, somada ao coeficiente beta respectivo, multiplicado por um prêmio de risco do mercado (KOLLER et al., 2010).

O retorno esperado para os investidores em ações leva em consideração o custo de capital próprio, como uma compensação pelo risco de mercado (DAMORARAN, 2014). A taxa livre de risco e o prêmio por risco de mercado (diferença entre o retorno esperado do mercado e a taxa livre de risco), são comuns para todas as empresas, sendo que apenas o coeficiente beta varia (KOLLER et al., 2010). A taxa livre de risco, em uma abordagem teórica, corresponde ao retorno obtido em um portfólio com beta igual a zero (BLACK, et al., 1972). Na sua indisponibilidade recomenda-se utilizar as taxas dos títulos de longo prazo do governo como taxa livre de risco que apresentam um beta extremamente baixo (KOLLER et al., 2010). A estimativa do prêmio por risco de mercado traz igual dificuldade. Koller et al (2010, p.242) explicam que existem três métodos para se obter essa estimativa:

- Estimar o prêmio de risco futuro medindo-se e extrapolando retornos históricos;
- Utilizar a análise de regressão para vincular as variáveis de mercado atuais e projetar o prêmio por risco de mercado esperado e;
- Usar o DCF (*Discounted Cash Flow*) em um conjunto de estimativas de re-

torno de investimento para obter o custo próprio de capital por engenharia reversa.

O beta de um investimento representa o risco (variabilidade ou instabilidade) que este investimento acrescenta à carteira de mercado, podendo ser estimado a partir de dados históricos dos preços de mercado para cada tipo de investimento, por intermédio das características fundamentais do investimento ou utilizando dados contábeis (DAMORARAN, 2014).

### 3.1.2 Custo Médio Ponderado de Capital

O *Weighted Average Cost of Capital – WACC* é utilizado como taxa de desconto no DCF quando utilizam-se os fluxos de caixa livre da empresa (PÓVOA, 2004). O *WACC* é empregado por combinar as taxas de retorno exigidas pelos detentores da dívida e pelos detentores de capital próprio.

O uso do *WACC* como taxa de desconto contempla a estrutura de capital, o custo de oportunidade do capital próprio, a expectativa dos acionistas e os benefícios fiscais (CASTILHOS, 2002).

## 3.2 Fluxo de caixa descontado

O *Discounted Cash Flow – DCF*, é um dos métodos para avaliar o valor das empresas, sendo a base para as demais abordagens (DAMORADAN, 2014). O método consiste na projeção da geração de caixa de uma empresa para um determinado período, trazendo os valores encontrados ao tempo presente utilizando uma taxa de desconto que reflita os riscos inerentes aos fluxos estimados (KOLLER et al., 2010).

O DCF é comumente empregado de duas maneiras distintas:

### 3.2.1 Fluxos de Caixa Livres da Empresa

O método FCFF (*Free Cash Flow To Firm*) utiliza os fluxos de caixa disponíveis para todos que possuem direitos na empresa, anterior ao pagamento de dívidas, mas após os investimentos líquidos (MEITNER, 2006). Assim, obtém-se o FCFF através do Lucro antes dos Juros e Tributos, do inglês *Earnings Before Interest and Taxes - EBIT*, acrescentando a depreciação e descontando as despesas de capital e o capital de giro. O fluxo de caixa assim obtido pode ser considerado não-alavancado, pois é contabilizado antes do pagamento das dívidas. Também não agrega benefícios fiscais advindos de pagamentos de juros, uma vez que o custo de dívida pós-imposto, no custo de capital, já considera este benefício (DAMODARAN, 2014).

### 3.2.2 Fluxos de Caixa Livres do Acionista

O método FCFE (*Free Cash Flow to Equity*) valora o capital próprio diretamente,

descontando-se os fluxos de caixa livres para o acionista pelo custo de capital próprio (PÓVOA, 2004). Isto ocorre pois os fluxos de caixa livres do acionista são baseados no lucro líquido ou nos ganhos por ação.

Segundo Damodaran (2014), para o cálculo do FCFE é adicionado ao lucro líquido a depreciação e amortização (que são mudanças não-monetárias) e do resultado é subtraído o valor dos investimentos (que são saídas de caixa), a necessidade de capital de giro e as mudanças do nível da dívida.

## 4 | METODOLOGIA

Este estudo adotou abordagem quantitativa descritiva, pois realizou a análise financeira dos dados da empresa para o período entre janeiro de 2008 e dezembro de 2016, que contempla toda a fase pós crise dos EUA, quando os preços das ações da empresa apresentaram um grande recuo, bem como os impactos e implicações decorrentes da operação “Lava Jato”.

Para tanto, foi considerado o método Fluxo de Caixa Descontado, na forma dos Fluxos de Caixa Livres da Empresa, pelo fato de a empresa ter apresentado alterações significativas de alavancagem nos últimos anos e, por ter maior disponibilidade e facilidade de acesso aos dados. Além disto, possibilita a inclusão de parâmetros macroeconômicos para se observar o impacto de diferentes cenários nos fluxos de caixa futuros da empresa.

### 4.1 Fluxo de caixa descontado

Para avaliar a Petrobras por meio do DCF, foi elaborado modelo descritivo de análise que possibilitou a inserção de diferentes variáveis de entrada de âmbito macroeconômico e também inerentes às atividades da empresa, que teve como saída os fluxos de caixa futuros da companhia, com o suporte das ferramentas da Planilha Excel/Microsoft.

Os dados referentes à Demonstração de Resultados, ao Balanço Patrimonial e ao fluxo de Caixa foram obtidos no sítio de Relacionamento com Investidores da Petrobras, e foram incluídos na planilha os dados entre o primeiro trimestre de 2008 e o último trimestre de 2016.

Para construir as projeções dos dados financeiros da companhia tomou-se como base as premissas apresentadas pela própria Petrobras em seu PE-PNG (2017-2021). Como cenário base adotou-se a curva de produção extraída diretamente do PE-PNG. Como a produção da companhia é uma variável de entrada que possui um efeito significativo em suas receitas, foram construídos dois cenários alternativos a partir desses dados, sendo o primeiro com um viés positivo em que a produção seria 10% superior à informada pela companhia e o segundo, com viés negativo, no qual a produção seria 10% inferior.

Foram ainda utilizados como premissas os investimentos planejados pela companhia (estimados em US\$74,1 bilhões entre 2017 e 2021), o preço do *Brent* e o valor do câmbio nominal, também disponíveis no PE-PNG (2017 – 2021).

#### 4.1.1 *Vendas Líquidas*

O grau de complexidade envolvido no detalhamento das receitas da Petrobras é elevado, uma vez que a companhia possui diversos negócios. Para simplificar a projeção das vendas líquidas, foram consideradas as variáveis de produção de barris equivalente de petróleo e o preço do *Brent*, de maneira a obter uma aproximação das receitas da empresa por meio da quantidade produzida multiplicada pelo preço.

Aplicou-se a ferramenta de correlação do *software* Microsoft Excel entre as séries quando obteve-se uma correlação positiva de 0,98. A diferença entre os valores das duas curvas pode ser justificada pelo valor dos produtos vendidos pela Petrobras em relação ao *Brent*. Isto é, o preço do *Brent* é referente a uma categoria de petróleo cru comumente utilizado como referencial de mercado, e a Petrobras tem entre seus produtos vendidos categorias de maior valor, mas dependentes do preço do *Brent* (gasolina e diesel).

#### 4.1.2 *Custo dos Produtos Vendidos*

O custo dos produtos vendidos foi estimado com base nas vendas líquidas da companhia, cujos dados foram obtidos no sítio de relacionamento com investidores. Também fez-se o uso da ferramenta de correlação do *software* Microsoft Excel, encontrando-se uma correlação positiva de 0,97 entre as séries. Desta forma, projetou-se o custo dos produtos vendidos pela empresa até 2021 mantendo-se a proporção média dos últimos dez anos, em 68,5% das vendas líquidas.

#### 4.1.3 *Despesas de Vendas e Administrativas*

As despesas com vendas e administrativas foram projetadas com base nas expectativas do mercado para a inflação, obtidas no relatório de mercado Focus, divulgado pelo Banco Central do Brasil, publicado em 19 de maio de 2017, cuja expectativa de mercado para o IPCA era de 3,83% para 2017 e 4,26% para 2018. Assim, foram considerados estes valores como base de evolução dessas despesas entre 2017 e 2018. Para a projeção entre os anos de 2019 e 2021 utilizou-se a meta da inflação definida pelo Conselho Monetário Nacional, igual a 4,5%.

#### 4.1.4 *Imposto de Renda e Contribuição Social*

A projeção do imposto de renda e contribuição social da companhia tomou como

base o Formulário 20-F 2016 da Petrobras, que informa que está sujeita à tributação sobre o lucro a uma alíquota efetiva de 34% (IRPJ de 25% e CSLL de 9%), calculada sobre o lucro antes dos juros e impostos.

#### *4.1.5 Investimentos*

Para projeção dos investimentos recorreu-se ao PE-PNG 2017 – 2021, que informa que a empresa planeja utilizar 74,1 bilhões de dólares americanos em investimentos entre 2017 e 2021. Tomou-se como base a projeção da empresa e foram estimados 14,82 bilhões de dólares americanos a serem investidos anualmente neste período, somando os 74,1 bilhões em cinco anos.

#### *4.1.6 Depreciação e Amortização*

A depreciação e a amortização foram estimadas como uma parcela da soma entre o imobilizado, intangível e investimentos da empresa. Os dados históricos foram obtidos nos balanços patrimoniais da Petrobras, disponíveis em seu sítio de relacionamento com investidores. Foram obtidos os valores para os últimos dez anos e calculada a média das parcelas de depreciação e amortização em relação à soma do imobilizado, investimentos e intangível da empresa, sendo igual a 6%. Desta forma, para projeção da depreciação e amortização foi necessário projetar também o imobilizado e intangível da companhia. Para isto, tomou-se como base o valor do imobilizado e intangível da empresa em 2016 e, para a projeção dos valores em 2017, somou-se o valor dos investimentos realizados no ano e subtraiu-se o valor da depreciação e amortização reportado em 2016, sendo o cálculo repetido para os anos subsequentes, até 2021.

#### *4.1.7 Necessidade de Capital de Giro*

Málaga (2012) define a necessidade de investimento em giro como a diferença entre o ativo circulante operacional e o passivo circulante operacional. O autor define o ativo circulante operacional como os investimentos demandados pela operação, necessários para seu giro, como o contas a receber e estoques. Para o autor, define-se o passivo circulante operacional como os credores operacionais que fornecem os insumos necessários para o giro da operação. Desta forma, foi necessário projetar os itens do ativo circulante da empresa, excluindo-se o caixa, além dos itens do passivo circulante, com exceção da dívida, de modo a projetar a necessidade de capital de giro da Petrobras. Para isto, foram projetados os itens do ativo circulante operacional com base nas vendas líquidas da empresa, sendo estes o estoque e as contas a receber líquidas somadas aos impostos e contribuições. Os fornecedores, impostos e contribuições foram projetados com base no custo dos produtos vendidos da Petrobras.

#### 4.1.8 Fluxos de Caixa Livre para a Empresa

A partir das projeções obtidas com as metodologias apresentadas, foi possível construir os fluxos de caixa livre para a Petrobras no período 2017 – 2021, apresentados na Tabela 1.

FCFF do Grupo		2017	2018	2019	2020	2021
(+) Vendas líquidas	USDm	77.575	93.268	133.807	148.437	149.346
(-) Custo dos Produtos Vendidos	USDm	(53.139)	(63.888)	(91.658)	(101.680)	(102.302)
(-) Despesas de Vendas e Administrativas	USDm	(7.568)	(7.890)	(8.245)	(8.616)	(9.004)
EBIT	<b>USDm</b>	16.869	21.489	33.904	38.142	38.040
(-) Imposto de Renda e Contribuição Social	USDm	(5.735)	(7.306)	(11.527)	(12.968)	(12.934)
(+) Depreciação e Amortização	USDm	10.921	11.155	11.375	11.581	11.776
(-) Investimento	USDm	(14.820)	(14.820)	(14.820)	(14.820)	(14.820)
(-) Necessidade de Capital de Giro	USDm	1.104	(1.038)	(2.682)	(968)	(60)
<b>FCFF</b>	<b>USDm</b>	<b>8.338</b>	<b>9.480</b>	<b>16.250</b>	<b>20.967</b>	<b>22.002</b>

Tabela 1 – Projeção dos fluxos de caixa livre para a Petrobras

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.1.9 Taxa de desconto

Foi utilizado o Custo Médio Ponderado de Capital – WACC, como taxa de desconto. A plataforma *Bloomberg*, acessada em 23 de março de 2017, possui opção que fornece o WACC de diversas empresas, uma vez que a plataforma possui em sua base de dados os históricos das variáveis utilizadas no cálculo da taxa. Foi obtida a taxa de 14,1%.

#### 4.1.10 Crescimento na perpetuidade

Como tornou-se impraticável projetar os fluxos de caixa da Petrobras após 2021, uma vez que as projeções da empresa disponíveis em seu PE-PNG vão até este ano, fez-se o uso do fluxo de caixa livre projetado para 2021, igual 22 bilhões de dólares americanos, em conjunto com a taxa de desconto igual à 14,1% e também uma taxa de crescimento constante. Para esta taxa utilizou-se 4,5%, com base na meta da inflação definida pelo Conselho Monetário Nacional. Assim, chegou-se a um valor na perpetuidade igual à 239,5 bilhões de dólares americanos.

## 5 | ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1 Fluxo de caixa descontado

Elaborou-se três cenários, conforme descrito, que são comentados na sequência:

### 5.1.1 Cenário base

Projetou-se os fluxos de caixa da Petrobras entre 2017 e 2021, calculando-se o valor da empresa na perpetuidade consolidado a seguir:

FCFF do Grupo		2017	2018	2019	2020	2021	Continuing Value
(+) Vendas Líquidas	USDm	77.575	93.268	133.807	148.437	149.346	
(-) Custo dos Produtos Vendidos	USDm	(53.139)	(63.888)	(91.658)	(101.680)	(102.302)	
(-) Despesas de Vendas e Administrativas	USDm	(7.568)	(7.890)	(8.245)	(8.616)	(9.004)	
<b>EBIT</b>	<b>USDm</b>	<b>16.869</b>	<b>21.489</b>	<b>33.904</b>	<b>38.142</b>	<b>38.040</b>	<b>25.107</b>
(-) Imposto de Renda e Contribuição Social	USDm	(5.735)	(7.306)	(11.527)	(12.968)	(12.934)	
(+) Depreciação e Amortização	USDm	10.921	11.155	11.375	11.581	11.776	
(-) Investimento	USDm	(14.820)	(14.820)	(14.820)	(14.820)	(14.820)	
(-) Necessidade de Capital de Giro	USDm	1.104	(1.038)	(2.682)	(968)	(60)	
<b>FCFF</b>	<b>USDm</b>	<b>8.338</b>	<b>9.480</b>	<b>16.250</b>	<b>20.967</b>	<b>22.002</b>	<b>239.502</b>

Tabela 2 – Projeção dos fluxos de caixa e valor na perpetuidade no cenário base

Fonte: Elaboração própria.

Após projetados, os fluxos de caixa foram trazidos a valor presente, utilizando-se como taxa de retorno o custo médio ponderado de capital, chegando-se ao valor de US\$ 173,1 bilhões. Esta projeção considera o valor que será gerado pela Petrobras. Porém, para chegar-se ao valor estimado de suas ações com base nestas projeções, deve-se somar o valor disponível em caixa e subtrair-se as obrigações da empresa. Desta maneira, foi deduzido do valor presente dos fluxos de caixa o endividamento líquido da empresa, igual à US\$ 96,4 bilhões, conforme reportado em balanço patrimonial da empresa em 31 de dezembro de 2016. Chegou-se a um valor patrimonial igual a US\$ 76,7 bilhões que, ao ser dividido pelo número de ADRs da empresa, obtém-se um valor projetado de US\$ 12,50 por ADR. Isto significa que se a empresa entregar as métricas de produção apresentadas em seu PE-PNG 2017-2021 e se as demais premissas apresentadas ao longo deste trabalho se mostrarem verdadeiras, o valor justo de negociação das ADRs da Petrobras atual seria igual a US\$ 12,50.

Analisou-se a sensibilidade do valor das ADRs da empresa frente às premissas de taxa de desconto e taxa de crescimento na perpetuidade. Para isto, utilizou-se a ferramenta Tabela de Dados do *software* Microsoft Excel e mantiveram-se constantes as demais premissas apresentadas. A partir desta análise encontrou-se o valor máximo de US\$ 24,50 por ADR da empresa, em um cenário de crescimento na perpetuidade igual a 6% e custo médio ponderado de capital igual a 12,6%, e um custo mínimo de US\$ 5,80 por ADR, em um cenário de crescimento na perpetuidade igual a 3,5% e um custo médio ponderado de capital igual a 16,1%.

A Tabela 3 resume as demais projeções elaboradas no estudo, a partir do cenário

básico descrito acima, considerando o cenário otimista (com produção 10% superior) e o cenário pessimista (com produção 10% inferior), bem como a inclusão da análise de sensibilidade com variações no crescimento e no custo do capital:

Variáveis	Cenários		
	Básico	Otimista	Pessimista
Crescimento da Produção		(+) 10%	(-) 10%
Valor Estimado ADRs em US\$	12,50	16,60	8,40
	Análise de Sensibilidade		
Crescimento na Perpetuidade	6%	6%	6%
Custo Médio Ponderado de Capital	12,60%	12,60%	12,60%
ADRs máximo - em US\$	24,50	30,30	18,80
Crescimento na Perpetuidade	3,5%	3,5%	3,5%
Custo Médio Ponderado de Capital	16,10%	16,10%	16,10%
ADRs mínimo - em US\$	5,80	8,90	2,70

Tabela 3 – Valores dos ADRs nos Cenários Otimista e Pessimista

Fonte: Elaboração própria.

## 6 | CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou compreender o conjunto de fatores envolvidos na formação do preço das ações da Petrobras, analisando financeiramente a empresa, a fim de verificar se os valores atuais de negociação de suas ações são compatíveis com os resultados financeiros e operacionais apresentados pela companhia. Neste âmbito, considera-se através do uso da metodologia de Fluxo de Caixa Descontado que as ações da empresa deveriam apresentar uma valorização frente aos preços atuais caso as projeções da companhia mostrem-se verdadeiras.

O preço das ações encontrado por meio da análise de Fluxo de Caixa Descontado no cenário base foi igual a US\$ 12,50 por ADR. Este valor é superior aos valores de negociação observados até o final de março/17, quando giraram em torno de US\$ 8,80 e US\$ 9,69 por ADR. Entre as explicações possíveis para a ação ser negociada com esta suposta desvalorização é de que os investidores não estão tomando como cenário base as premissas da empresa. De fato, as projeções apresentadas pela Petrobras em seu PE-PNG (2017-2021) mostram-se desafiadoras, como apontado pela agência de classificação de risco Moody's (2016), exigindo extrema disciplina e foco da gestão. Além disto, os investidores podem ter suas próprias estimativas de preço do *Brent* e, no caso de serem inferiores aos valores projetados pela Petrobras, eles estariam dispostos a pagar menos do que os preços encontrados nos diferentes cenários desta análise, pois encontrariam valores inferiores mantendo-se as demais

variáveis iguais às apresentadas ao longo deste trabalho.

Acredita-se que o objetivo de avaliar, financeiramente, a empresa Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras por intermédio desse método de análise, com o propósito de estabelecer o valor justo para o preço das suas ações que são negociadas na Bolsa de Valores de Nova Iorque e, conseqüentemente, estabelecer o valor total para a empresa, foi alcançado, pois os dados utilizados demonstram que há espaço para a valorização das suas ações tanto no mercado brasileiro como no americano e que, ao final de março/17, seus ativos eram negociados com deságios.

## REFERÊNCIAS

BLACK, F.; JENSEN, M. e SCHOLLES, M. – *The Capital Asset Pricing Model: some empirical tests*. Studies in the Theory of Capital Markets. Praeger Publishers Inc., 1972.

BLOOMBERG TERMINAL. Bloomberg Professional Services. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/professional/solution/bloomberg-terminal/>>. Acesso em: 23 mar. 2017.

CASTILHOS, V.F. *Avaliação de uma empresa usando o método do fluxo de caixa descontado*. 130p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

COSTA, L. G. T. A.; COSTA L. R. T. A.; ALVIM, M. A, *Valuation: manual de avaliação e reestruturação econômica de empresas*. São Paulo: Atlas 2010.

DAMODARAN, Aswath. *Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo*. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2014.

GAUTO, Marcelo Antunes. *Petróleo S.A. – Exploração, produção, refino e derivados*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2011.

GROSS, Stephanie. *Banks and Shareholder Value – An overview of bank valuation and empirical evidence on shareholder value for banks*. Deutscher Universitäts-Verlag, 2006.

KOLLER, T.; GOEDHART, M.; WESSELS, D. *Valuation – Measuring and managing the value of companies*. 5. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2010.

MÁLAGA, F. K. *Análise de demonstrativos financeiros e da performance empresarial: para empresas não financeiras*. 2. Ed. São Paulo: Saint Paul Editora, 2012.

MEITNER, M. *The Market approach to comparable company valuation*. Vol. 35. New York: Physica-Verlag Heidelberg, 2006.

MOODY'S INVESTOR SERVICE. *Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRAS: New business plan demands managerial focus and discipline*. Disponível em: <[https://www.moody.com/research/Petróleo-Brasileiro-SA-PETROBRAS-New-business-plan-demands-managerial-focus-Issuer-Comment--PBC\\_1043193](https://www.moody.com/research/Petróleo-Brasileiro-SA-PETROBRAS-New-business-plan-demands-managerial-focus-Issuer-Comment--PBC_1043193)>. Acesso em: 2 jun, 2017.

PETROBRAS. *Form 20F 2015*. Disponível em: <<http://www.investidorpetrobras.com.br/download/4077>>. Acesso em: 10 nov, 2016.

PE-PNG PETROBRAS. *Plano Estratégico e Plano de Negócios e Gestão 2017 - 2019*. Disponível em: <<http://www.investidorpetrobras.com.br/download/4449>>. Acesso em: 11 nov, 2016.

PÓVOA, Alexandre. *Valuation – Como precificar ações*. São Paulo: Globo, 2004.

## MÉTODO *PRICE BAND* APLICADO NA PRECIFICAÇÃO DE PRODUTOS EM UMA REDE VAREJISTA

**O'mara Guimarães da Costa**

Centro Universitário 7 de Setembro  
Fortaleza - Ceará

**Natália Varela da Rocha Kloeckner**

Centro Universitário 7 de Setembro  
Fortaleza - Ceará

**RESUMO:** A maior preocupação de uma rede varejista é de como melhorar as suas vendas atingindo as expectativas dos clientes. Usar a precificação de produtos por bandas, como é conhecida a prática do método *price band*, surge como vantagem competitiva para as empresas dada a importância que as organizações passaram a dar aos serviços logísticos. Para tal, considerando estes serviços como parte de estratégia empresarial, a fim de prospectar novos clientes, cativar a satisfação dos atuais e manter as vendas sempre altas. Este artigo tem por objetivo analisar o processo de precificação por bandas, utilizando-se da metodologia estudo de caso, dos produtos de uma empresa de moda praia, localizada em Fortaleza, no Estado do Ceará. Além disso, a pesquisa visou demonstrar o conceito de *price band* e como essa metodologia pode melhorar a visão do abastecimento de produtos no varejo. Este estudo é do tipo exploratório-descritivo, de natureza qualitativa-quantitativa e de método experimental. Como resultados do problema

proposto, foram logrados a identificação dos pontos-chaves que a empresa precisa corrigir, bem como deve ocorrer o balanceamento e seleção dos produtos que irão para as lojas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Precificação por Bandas, *Price band*, Preço, Gestão Logística, Varejo.

**ABSTRACT:** The biggest concern of a link network is better than your sales and customer expectations. Using a pricing of products by bands, as it is known as the price of the band, appears as a competitive advantage for the companies given the importance that the associations started giving to the logistics services. To do this, considering services as part of business strategy, an end to prospect new customers, captivate a satisfaction of the current and maintain as always high sales. This article aims to analyze the process of pricing by bands, using a case study, the products of a beachwear company, located in Fortaleza, Ceará State. In addition, a survey on the concept of price range and a criticism on the consumption of non-retail products. This is an exploratory-descriptive, qualitative-quantitative and experimental method. As a result of the proposed problem, the following points were inserted: once the logos were corrected and the results were updated.

**KEYWORDS:** Price Band, Price, Logistics Management, Retail.

## 1 | INTRODUÇÃO

Segundo Ballou (2006), para o cliente o preço simboliza o produto, tanto quanto a qualidade e o nível de serviço. A precificação é um complexo processo de decisão que envolve teoria econômica, teoria de comportamento do comprador e teoria da concorrência, entre outros elementos.

Neste contexto, emergem novos métodos, como por exemplo o *price band*, o qual consiste na distribuição do volume de vendas de um produto ao longo da gama de preços desse produto. Segundo Baker, Marn e Zawada (2010), o *price band* tem sido aplicado na maioria dos negócios e indústrias, sendo considerado um fator de vida da organização. Contudo, muitos gestores não sabem que ele existe ou quando sabem não o utilizam.

No primeiro ano de implementação do método *price band* na empresa Sound Company, a organização colheu recompensas. Os níveis médios da *price band*, neste caso, aumentaram cerca de 3% e, enquanto o volume de vendas unitárias permaneceu estável, os lucros operacionais aumentaram em 44% (BAKER; MARN; ZAWADA, 2010).

Já na empresa Alen's os resultados não foram diferentes que os da Sound Company. Tal organização, após explorar seu *price band* e identificar seus pontos fortes, obteve como resultado um aumento de 4% nos preços de sua *price band*, o que impactou em um aumento de 60% nas operações de lucros em seu primeiro ano (BAKER; MARN; ZAWADA, 2010).

O método *price band*, apesar de não ser recente em termos de aplicação, ainda possui baixa taxa de análise acadêmica, principalmente no Brasil, segundo o levantamento bibliográfico realizado para este estudo.

Logo, o tema escolhido é de extrema importância acadêmica e também empresarial, visto que consiste em uma ferramenta para precificação atual, que representa em si mesmo uma alternativa inovadora no contexto de precificação dada ao volume transacional de itens das organizações que a utilizam.

Já em termos de áreas de aplicação, segundo Baker, Marn e Zawada (2010), para o varejo é fundamental esse processo, uma vez que todos os pedidos das lojas, bem como o que é vendido são ilustrados no *price band*. Contudo, a eficiência do sistema vigente no local de estudo é fraca visto que ela se apoia no modelo de estimativa da força de vendas, não possuindo nenhum dado matemático ou estatístico e dependente inteiramente do fator humano para análise e que futuramente pode tornar-se uma desvantagem devido ao grande número de lojas.

Mediante a este contexto, parte-se do problema de pesquisa: como precificar produtos em uma rede varejista de moda praia utilizando o método *price band*? Este artigo objetiva-se a analisar o método *price band* aplicado a precificação de produtos em uma rede varejista brasileira com sede na cidade de Fortaleza, no Ceará, doravante denominada neste estudo por empresa XY.

A metodologia adotada neste artigo baseia-se em um estudo de caso, de tipo de pesquisa exploratória-descritiva e variáveis de natureza quantitativa e qualitativa. Desta forma, este estudo analisa e discute a estrutura atual do método *price band* adotado na empresa XY, propondo pontos de melhoria ao processo. Ademais, este estudo adota como hipótese, que o atual posicionamento da organização a essa temática pode estar designado a produzir mais que o necessário ou a não produzir o suficiente para atender a real demanda de mercado, o que culmina por afetar a precificação dos seus produtos.

A estrutura deste estudo é composta por cinco seções. A primeira seção refere-se à introdução do trabalho, na qual foi descrita a importância que a previsão de demanda tem em uma empresa e como ela pode contribuir para alavancar seus lucros. A segunda seção apresenta a revisão de literatura, que contempla três subseções: na primeira são descritos conceitos da estratégia no processo de precificação; na segunda, apresenta-se o desenvolvimento da formação do preço; e, a terceira subseção expõe conceito e características de aplicação do método *price band*. Já a terceira seção aborda a aplicação do método utilizado neste estudo. A quarta seção demonstra os resultados que foram alcançados neste trabalho e, por fim, a quinta seção consiste na apresentação das considerações finais.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Baker, Marn e Zawada (2010), a precificação de um bem ou serviço é uma das fundamentais disciplinas de gestão. Cada produto ou serviço vendido desde o começo dos tempos tem um preço atrelado a ele. Neste contexto, esta seção referencia os principais conceitos que norteiam este estudo.

### 2.1 Precificação

Baker, Marn e Zawada (2010), defende que é vital o preço certo, porque é a maneira mais efetiva para que o lucro cresça. Com o preço certo a medida que o volume de produtos aumenta o lucro também cresce, mas caso um grande volume esteja com um preço errado, poderá prejudicar o seu lucro.

Chopra e Meindl (2011) descrevem que a precificação é um atributo significativo, por meio do qual uma firma traça sua estratégia competitiva e que os clientes esperam que o preço seja baixo. Preços constantes fazem com que a demanda permaneça relativamente estável.

Já Zeithaml, Bitner e Gremler (2014), explicam que o cliente está preocupado, sobretudo, com os atributos do produto. Quanto mais desejáveis os atributos intrínsecos, maior a probabilidade de ele ser mais valorizado e com isso ter um preço mais elevado.

Neste sentido, deve-se evitar a formação de preço empírico ou por “achômetro”,

uma vez que além do consumidor observar o preço ele leva também em consideração outros fatores que chegam a ser até mesmo mais importantes que o próprio preço, como qualidade, credibilidade da marca, além de garantias e assistência técnica (SANTOS, 2009).

Assim, a formação correta do preço, propiciam vantagem competitiva sobre os demais concorrentes. Todavia, o cuidado com a formação do preço deve ser grande, pois se ele for abaixo do real haverá uma diminuição nos lucros da empresa e se forem praticados acima haverá dificuldade em promover as vendas.

Para Baker, Marn e Zawada (2010), os preços são distintos e essa visão não é diferente em outras empresas, cada perspectiva faz parte da dinâmica ampla e integrada.

Segundo Baker, Marn e Zawada (2010), os processos para formação e decisão do preço estão divididos em três níveis: estratégia de marketing, valor do cliente e transações.

A Figura 1 ilustra os desafios desses 3 níveis de gestão de preços – marketing, valor do cliente e transações – que compõem a relação da infraestrutura de precificação para extrair a vantagem que ela pode oferecer.

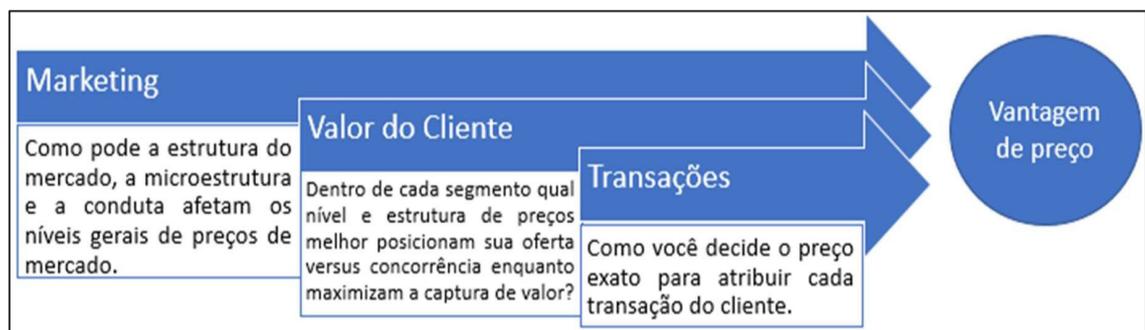


Figura 1 – Os 3 níveis de gestão de preços

Fonte: Baker, Marn e Zawada, 2010. (Adaptado pelo autor).

O desafio do Marketing, segundo Baker, Marn e Zawada (2010), centra-se em vários fatores, como por exemplo: oferta, demanda, custos, regulamentações, mudanças tecnológicas, ações dos concorrentes e preços de toda a indústria podem impactar. As empresas que se destacam nesse nível entendem melhor as tendências do mercado do que a concorrência. A excelência no nível de estratégia de mercado exige não apenas um conhecimento profundo de sua própria empresa, mas também da concorrência.

Já o desafio do Valor do Cliente, consiste no posicionamento de preços em relação aos concorrentes. As ações de preço nesse nível tendem a ser bastante visíveis para o mercado, tanto clientes quanto concorrentes, pois está sendo dito publicamente ao mercado quanto seu produto vale em relação às ofertas da concorrência (BAKER; MARN; ZAWADA, 2010).

Enquanto que o nível do volume transacionado é mais estratégico do gerenciamento de preços. Segundo crítica de Baker, Marn e Zawada (2010), o desafio nesta área é gerenciar o preço exato cobrado para cada transação, ou seja, a partir de um preço de tabela de ponto inicial ou preço alvo, e aplicar descontos, abatimentos, condições, termos, bônus e outros incentivos.

Os esforços nos níveis de marketing e valor do cliente concentram-se nas questões mais amplas dos preços gerais da indústria e na posição dos preços relativos dentro de um setor, assim emerge-se a estratégia *price band* (BAKER; MARN; ZAWADA, 2010), a qual é apresentada a seguir.

## 2.2 O Método *Price band*

Para Baker, Marn e Zawada (2010), a relação entre o volume de vendas de um produto e a faixa de preço adotada na empresa é chamada de *price band*. Desta forma, defendem que se um administrador identificar o *price band* e compreender as causas que formam as suas bandas a empresa pode gerenciar e se beneficiar daquela estratégia (banda).

A largura e formato do *price band* contam uma história. Ela mostra o verdadeiro preço dos clientes, pois a empresa consegue perceber a característica do cliente que tem. O formato do *price band* provê um gráfico de negócios, retratando qual a porcentagem do volume está sendo vendido (BAKER; MARN; ZAWADA, 2010).

Mediante a isso, a aplicação do *price band* no varejo em moda segue nove etapas:

- I. Escolher a unidade loja para fazer levantamento de dados;
- II. Escolher o período que será usado como base histórica naquela loja;
- III. Coletar o relatório de vendas da unidade escolhida e comparar os dados;
- IV. Calcular o preço médio de venda dos produtos da unidade desejada no período determinado. Tal cálculo se dar pela relação entre o somatório dos valores de todos os produtos que foram faturados para loja e o somatório da quantidade desses produtos entregues a cada filial;
- V. Montar a matriz *Premix*, onde irá conter todos os valores que as bandas irão possuir, para cada loja;
- VI. Montar o gráfico de bandas a partir do preço médio;
- VII. Definir a quantidade de produtos que cada banda irá suportar;
- VIII. Aplicar o valor de cobertura ou OTB;
- IX. Distribuir os produtos nas bandas de acordo com seu rank de vendas.

Tais etapas serão comparadas com as adotadas pela empresa em estudo, conforme a metodologia do estudo.

### 3 | MÉTODO

De acordo com Matias-Pereira (2012), a definição do método está diretamente relacionada à natureza da pesquisa que será desenvolvida, pois o método é um conjunto de procedimentos, técnicas e regras adotadas em uma pesquisa científica.

Desse modo, no que se refere ao tipo, a presente pesquisa é do tipo exploratório-descritiva. A pesquisa exploratória envolve levantamento bibliográfico e entrevista com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado (MATIAS-PEREIRA, 2012).

A natureza dessa pesquisa é classificada como quantitativa, onde tem suas raízes em pensamentos lógicos e tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, lógico e atributos mensuráveis (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

O instrumento de pesquisa utilizado neste estudo será a coleta documental do tipo fonte de segunda mão, pois consiste em extrair os relatórios pertinentes ao estudo por meio de sistemas e arquivos da empresa. Gerhardt e Silveira (2009) dizem que, os do tipo segunda mão são os que de alguma forma já foram analisados tais como: relatórios de pesquisa, relatórios de empresa, tabelas estatísticas, manuais internos de procedimento, entre outros.

A coleta de dados é a etapa da aplicação inicial dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Após a análise e interpretação dos documentos, foram coletados dados referentes a coleção verão que compreende o período de 01/06/2017 à 31/10/2017, de forma a enriquecer a presente pesquisa, com informações acerca de diretrizes estratégicas (metas e indicadores), que permitiram a empresa melhorar o seu processo de abastecimento.

### 4 | ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este estudo foi realizado em uma fábrica de médio-grande porte, que está localizada no Ceará com mais de 30 anos de mercado e mais de 20 lojas espalhadas em território nacional e internacional.

Etapa 1: Escolha da unidade em estudo.

A empresa atualmente escolhe uma unidade para fazer a programação do abastecimento de seus produtos. Neste ponto a empresa está seguindo as diretrizes do *price band*, como no referencial teórico.

Etapa 2: Escolha do período para base histórica

Como é dito no referencial teórico a empresa delimita uma data como o *price band*

recomenda, por se tratar de uma empresa de moda onde a rotatividade de modelos é muito grande a empresa não utiliza dados históricos muito antigos e sim foca nos mais atuais para que a base seja o mais aproximado, pois se tratando de moda o máximo que a empresa conseguirá prever será uma tendência.

### Etapa 3: Levantamento do relatório de vendas da unidade escolhida

A empresa nesse ponto executa o modelo *price band* e obtém os dados individuais por loja como exemplificado no referencial teórico. Pois a análise precisa ser feita loja a loja.

### Etapa 4: Preço médio

A estrutura do *price band* continua sendo seguida até este ponto. O preço médio é calculado de acordo com o exposto no referencial teórico para então ir para a matriz premix.

### Etapa 5: Matriz Premix

Nessa etapa ocorre o primeiro e principal erro de execução do *price band*. Pois a empresa nesse momento após calcular o preço médio de cada loja, calcula um preço médio geral e trata todas as lojas como apenas um preço médio. Essa prática é errada partindo do ponto de vista, que as 28 lojas da marca são espalhadas pelo país cada uma com suas características próprias. Cada loja tem o seu regionalismo, seu posicionamento geográfico e o seu público, então tratá-las como um único preço médio é errado. Então fica evidente que a prática utilizada é incorreta e necessita de uma abordagem individual, uma abordagem diferenciada loja a loja.

Na Tabela 1 é possível ver como a tabela que a empresa usa é formada, tendo em sua base de forma errônea o preço médio geral:

PREMIX	B0	B1	B2	B3		B4	B5	B6	B7
		>40% &	>60% &	>80% &	R\$	>100% &	>120% &	>150% &	
	<40%	<60%	<80%	<100%	Médio	<120%	< 150%	<200%	>200%
FILIALA	81,11	121,6	162,21	202,76	202,76	243,32	304,14	304,14	∞
Preço Médio Geral	81,11	121,6	162,21	202,76	202,76	243,32	304,14	304,14	∞

Tabela 1 – Matriz Premix

Fonte: Elaborado pelo autor

Se um preço médio é utilizado então todas as lojas terão esse mesmo preço, logo,

essa prática faz com que todas as lojas tenham as mesmas bandas prejudicando assim o abastecimento delas. O dano que essa etapa causa para a produção é devastador, pois a fábrica terá que suprir a cada coleção sempre a mais, que na coleção anterior, mesmo sendo sabido que as promoções já ocorrem e chegam a uma taxa de 52%. Os prazos começarão a não ser atendidos, o setor de estoque irá ficar superlotado, bem como as lojas.

#### Etapa 6: Gráfico de Bandas

Nesta etapa a empresa segue o modelo do gráfico de bandas exposto, mas vale ressaltar que o preço médio desse gráfico, nesse momento, independente da loja será o preço médio geral encontrado a partir da matriz premix. Essa ação culminará em um abastecimento inapropriado e irá comprometer todas as etapas realizadas. A etapa foi realizada corretamente, mas devido ao erro da etapa anterior, como consequência o resultado final desta etapa torna-se errado.

#### Etapa 7: Definição da quantidade de produtos por banda

Assim como a etapa 6, esta etapa será prejudicada, pois quando o preço médio geral foi calculado ele amarrou todas as unidades com a mesma quantidade de peças, fazendo com que as lojas que não vendem muito bem recebam o mesmo número de peças que uma loja boa venderia. Essa etapa assim como o preço médio precisa ser refeita loja a loja.

#### Etapa 8: Valor de Cobertura

Nesta nova etapa o segundo erro acontece. A empresa XY utiliza o índice de cobertura de 2,5% ou 250%, o cálculo do OTB não deveria ser tão grande. A loja recebeu na simulação uma quantidade total de 883 e vendeu apenas 381 peças, menos de 50% do que recebeu e o OTB mostra que agora ela deve receber nessa coleção cerca de 952 peças, um aumento de 7,9% em relação a coleção anterior. A lojas X não deve receber uma quantidade de peças maior e sim menor para que o faturado seja o mais próximo possível do vendido.

A Tabela 2 representa o resultado do OTB calculado pela empresa:

Tipo	Quantidade faturada	Quantidade vendida	OTB
Camisa Manga Longa	4	0	0
T-Shirt	13	4	10
Camisa	16	6	15
T-Shirt Masculina	16	6	15
Bermuda	26	7	18
Vestido	20	12	30
Maiô Adulto	41	27	68
Viseira	124	30	75
Maiô Infantil	41	30	75
Sutiã	128	38	95
Calcinha	183	55	136
Sunga Adulto	141	68	170
Sunga Infantil	130	98	245
Total Geral	883	381	952

Tabela 2 – Cálculo do OTB

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Mais uma vez está errado, pois essa análise não deve ser feita em conjunto e sim individualmente. Tratar todas as lojas como se fosse única é uma prática errada e está fazendo com que as lojas de público menor e distinto já comecem em desvantagem.

O *price band* nesse momento se justifica, pois ele deixa explícito a sua importância quando torna visíveis as falhas do mau abastecimento e as perdas das oportunidades de crescimento.

Os resultados advindos da aplicação do método *price band* demonstraram que as lojas estão recebendo mais peças do que realmente vendem. O que culmina por deixar as lojas mais densas de peças que não são vendidas e que resultam em promoções ou vendas em bazares, o que culmina em uma perda de preço da marca do produto.

Logo, foi possível verificar que a aplicação do método *price band* resultou na criação de um teto sobre as bandas de modo a possibilitar que o administrador da loja analisada, intitulada filial A, tivesse uma visão macro do abastecimento de suas filiais, podendo assim enxergar de maneira mais clara onde o processo estava errado, dando assim a oportunidade de correção e melhoria. Assim, tal método impede que a fábrica produza produtos descontroladamente e apenas foque no real potencial do que as lojas realmente podem vender. Produzindo menos, na quantidade adequada, a empresa lucra na compra de matéria prima, seu estoque em produtos acabados é otimizado e a organização consegue manter os seus prazos de entrega evitando possíveis promoções em decorrência da perda do momento de oferta dos itens em moda.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo de caso demonstrou como metodologia, a aplicabilidade do *Price band* e como o correto balanceamento de bandas precificadas pode impactar de maneira positiva no abastecimento das lojas.

Além dos objetivos mencionados acima, adiciona-se a caracterização do *Price band*, a sua aplicação, suas etapas e as melhorias que este método pode causar. Foi explanado também, sobre a importância do cliente, do marketing e transações como chave para as vendas.

O objetivo referente à aplicabilidade do *Price band* e o processo realizado para montagem do modelo, a fim de encontrar discrepâncias, foi demonstrado nos resultados.

As dificuldades e limitações encontradas na realização deste estudo foram devido à escassez de informação na literatura referente ao método utilizado. Sugere-se, então, para estudos futuros, um aprofundamento com relação à exploração das bandas de forma a otimizar os produtos que a irão compor, bem como uma análise do método *Price band* com os demais utilizados pelas empresas.

## REFERÊNCIAS

BAKER, Walter L; MARN, Michael V; ZAWADA, Craig C. **The price advantage**. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

GERHARDT, Tatiana A; SILVEIRA, Denise T. **Métodos de pesquisa**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2009.

MARCONI, Marina de A; LAKATOS, Eva M. **Técnicas de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

\_\_\_\_\_. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MATIAS-PEREIRA, José. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

PONTE JUNIOR, Gerardo P. da. **Gerenciamento de riscos baseado em fatores humanos e cultura de segurança**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SANTOS, Marcello, L. dos. **Processos de formação de preços**. Curitiba: IESDE, 2009.

ZEITHAML, Valerie, A. BITNER, Mary, J. GREMLER, Dwayne, D. **Marketing de serviços: a empresa com foco no cliente**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

## PREVISÃO DO PREÇO DO CIMENTO PORTLAND NOS ESTADOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL

**Patricia Cristiane da Cunha Xavier**

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria - RS

**Adriano Mendonça Souza**

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria - RS

**RESUMO:** Esta pesquisa apresenta um estudo sobre o comportamento dos preços de uma das mais importantes *commodities* do setor da construção civil nos estados: Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC) e Paraná (PR). Tem-se como objetivo realizar previsões do preço do cimento Portland em R\$/kg em 2017, nos estados da região sul do Brasil, utilizando-se os modelos autorregressivos integrados de médias móveis – ARIMA(p,d,q) visando obter o melhor modelo que represente cada uma das séries para auxiliar no planejamento do desempenho do setor. A análise de cada uma das séries representante dos estados em estudo é composta por dados mensais do cimento Portland em R\$/Kg. As observações foram consultadas no site da CBIC – Câmara Brasileira da Indústria do Cimento em fevereiro de 2017, e referem-se ao valor médio/mediano do cimento Portland em R\$/kg com valores mensais, no período de setembro de 1995 a dezembro de 2016, totalizando 256 observações para cada um dos três estados da referida região. O

preço desta *commodity* é afetada diretamente pela instabilidade econômica e proporciona a retração ou expansão da indústria cimenteira. Com a metodologia Box-Jenkins, obteve-se modelos concorrentes, sobre estes indicadores estatísticos, os critérios penalizadores AIC e BIC, e as estatísticas de previsão MAPE e U-Theil para a escolha do melhor modelo para cada série. Sendo o modelo ARFIMA(1;0,1322;0) para o preço do cimento Portland no Rio Grande do Sul, o modelo ARFIMA(1;0,1841;0) para o preço do cimento Portland em Santa Catarina e o modelo SARIMA(1,0,0)(1,0,0)<sub>12</sub> para o preço do cimento Portland no Paraná.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cimento. Preço. Previsão. Modelos ARIMA.

### 1 | INTRODUÇÃO

A implantação da indústria cimenteira no Brasil deu-se no final do século XIX, alavancada pelo crescente desenvolvimento do país. Nessa época, arcando com tarifas de importação que extrapolavam custos, empreendedores brasileiros instalam a tão sonhada indústria. Entretanto, o grande marco para a indústria do cimento no Brasil deu-se no ano de 1926, graças a ações de empresários de várias partes do país. Estes mostraram aos brasileiros que por aqui se produzia cimento de qualidade para

concorrer com o importado da Europa.

Para o historiador da indústria do cimento, Toroya (1999), vivemos a “Era do cimento”, haja vista a expansão de seu uso em grandes obras pelo mundo. Como ingrediente fundamental na formação do concreto, o cimento tem uma grande importância na economia do país, porém, uma baixa participação no custo da construção civil, cerca de 3,83%, contra 45,72% de mão-de-obra e 50,45% de outros materiais (Fundação Getúlio Vargas - FGV, 2012). Ainda, dados da FGV e do Instituto Brasileiro de Economia – IBRE, desse mesmo ano, mostram que a participação do cimento nos índices de preços é da ordem de 0,68%, sendo 0,50% do Índice de Preços ao Produtor Amplo - IPA.

Com base em dados do SNIC, 2013, o Brasil ocupa a 5ª posição no ranking mundial de produção de cimento, visto que cresceu mais que a média mundial entre os anos de 2005 a 2013, atingindo 78,6% de crescimento em sua produção de cimento, contra “apenas” 71%, em média, na produção mundial de cimento.

O impacto da crise econômica do país atingiu os setores de edificação residencial, comercial, industrial e de obras de infraestrutura. O mercado de cimento fechou o volume de vendas em outubro de 2016 com 4,63 milhões de toneladas, enquanto no mesmo mês do ano anterior o volume atingia 5,65 milhões de toneladas. Verifica-se, portanto, uma queda de 18,1%.

O cimento é uma das *commodities* vitais para o crescimento das economias, comparado apenas ao petróleo e ao aço. Nenhum outro material é tão versátil quanto o cimento, movimenta a indústria da construção, desde a mais singela residência a obras de infraestrutura de grande porte (<http://cimento.org/cimento-no-mundo/>).

Afetada diretamente pela instabilidade econômica, a indústria cimenteira recua. Despesas com combustíveis e energia elétrica estão atrelados aos custos desta *commodity* e representam mais de 50% na formação do custo direto de sua produção. Impactada com os aumentos de combustíveis e outros derivados do petróleo, a retração nesse setor é fato.

Segundo dados preliminares da indústria e estimativas de mercado, ambos fornecidos pelo sindicato nacional da indústria do cimento, as vendas internas em junho 2016 somaram 4,7 milhões de toneladas. Em relação a junho de 2015, houve uma queda de 14,7%. Comparando o primeiro semestre de 2015 com igual período em 2016, as vendas acumuladas caíram 14%, alcançando 28 milhões de toneladas. Além disso, as vendas acumuladas apresentaram queda de (jul/15 a jun/16), 12,6% sobre igual período anterior (jul/14 a jun/15), atingindo apenas 60,2 milhões de toneladas.

Incertezas nesse mercado tornam pertinentes este estudo, que tem como objetivo prever o preço do cimento Portland na região Sul do Brasil por meio dos modelos autoregressivos integrados de médias móveis de modo a produzir subsídios para a tomada de decisão em função das previsões do preço dessa *commodity* praticado nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Contribuindo para a avaliação de futuros investimentos na construção civil.

## 2 | MODELOS DE SÉRIES TEMPORAIS

Previsão nada mais é do que uma estimativa quantitativa sobre eventos futuros baseados em informações de períodos passados e recentes (STEFFEN, 2010).

Embora os dados de séries temporais surjam nas mais diversas áreas do conhecimento, algumas características são comuns a esses tipos de dados, como a dependência entre observações vizinhas, a análise e a modelagem dessa dependência. Vale lembrar que há fatores complicadores nesse processo, como presença de tendências e variações sazonais ou cíclicas que podem ser difíceis de estimar ou remover (EHLERS, 2007).

Um modelo de previsão para a demanda de cimento no Brasil por meio da análise de séries temporais é apresentado por Gomes e Lopes (2008), que compara diferentes métodos e indica que, apesar de alguns valores estarem bem próximos dos valores reais, há picos que não se comportam como o esperado, influenciados, talvez, por mudanças econômicas, políticas e cambiais.

A metodologia Box-Jenkins, apontada por Marchezan e Souza (2010), mostra-se eficiente para prever preço das culturas de soja, arroz e milho, captando efeitos sazonais nos preços e descrevendo o comportamento das séries. Vários modelos são encontrados e testados, mas, por critérios penalizadores, AIC (Akaike Information Criteria), BIC (Schwarz Bayesian Criteria) e Erro Quadrado Médio, confirma-se o melhor modelo para cada série, ou seja, para cada tipo de grão.

Uma série temporal é um conjunto de observações ordenadas no tempo, ou ainda, é uma realização de um processo estocástico. Os dados contidos na referida série devem estar equidistantes, apresentando uma forte dependência serial, isto é, o valor de uma observação mostra-se correlacionado com outro valor em instantes equiespaçados de tempo, e o interesse é analisar e modelar essa dependência. Para Junges e Fontana (2011), estas podem ser classificadas em: discretas, contínuas, univariadas e multivariadas.

Representa-se uma série temporal da seguinte forma:  $Z_t$ ,  $t= 1,2,3,\dots, n$ , em que  $n$  representa o tamanho da série e  $Z_t$  o conjunto de observações correlacionadas entre si, seguindo-se uma ordem cronológica.

A previsão é uma das principais razões que popularizam os modelos Box-Jenkins (1970), genericamente conhecidos por ARIMA (Auto Regressive Integrate Moving Averages) e ditos modelos de memória curta, que, segundo Werner e Ribeiro (2003), são modelos matemáticos que captam o comportamento da correlação seriada ou autocorrelação entre os valores da série temporal e, com base nesses comportamentos, possibilitam realizar previsões futuras. Como a maior parte dos procedimentos estatísticos foi desenvolvida para analisar observações independentes, o estudo de séries temporais requer o uso de técnicas específicas.

As previsões, em muitos casos, principalmente de curto prazo, são melhores que

as obtidas com base nos modelos econométricos tradicionais. Uma vez que, quanto mais longe no futuro, maior é a incerteza associada à previsão (BARROS, 2004).

Designa-se o modelo ARIMA - Autorregressivo Integrado de Médias Móveis pela notação ARIMA (p, d, q), cujos termos p, d e q, inteiros positivos, indicam o número de termos autorregressivos; o número de diferenciações para que a série se torne estacionária e o número de termos de médias móveis, respectivamente. São, ainda, casos particulares do ARIMA: o modelo ARMA(p, q) - Autorregressivo de Médias Móveis, o modelo autorregressivo AR(p) e o modelo de médias móveis MA(q), ambos utilizados para séries temporais estacionárias com número de diferenças nulo (MORETTIN, 2004).

Os modelos estacionários descrevem a série que não possui tendência. Interpretam uma série temporal como uma realização de um vetor aleatório do tamanho das séries disponíveis, seguindo o princípio da parcimônia e da construção de modelos, por meio de um ciclo iterativo. Os modelos estacionários são:

Modelos autorregressivos de ordem p – AR(p): correspondem à defasagem da série  $Z_t$ , denotados por AR(p), em que p indica a ordem do modelo,  $\mu$  é a média,  $\phi$  é o parâmetro autoregressivo e indica o número de defasagens, conforme a equação (1).

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t \quad (1)$$

A identificação do modelo adequado começa pelos valores dos parâmetros, ou seja, o modelo será considerado estacionário se  $|\phi_p| < 1$ , satisfazendo a condição de estacionaridade. A condição de estacionaridade do AR(p) estabelece que todas as raízes devem cair fora do círculo unitário.

Modelo de médias móveis de ordem q – MA(q): é a combinação do ruído branco, do período atual com os ocorridos anteriormente. A notação do modelo é MA(q), na qual q indica a ordem do modelo e é o parâmetro de média móvel, dado pela equação (2).

$$Z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (2)$$

Dessa forma, identificando a condição de estacionaridade, o processo apresenta ordem finita. Portanto, será sempre estacionário.

Quanto à condição de invertibilidade, é imposta a restrição de que o parâmetro em módulo é menor que 1, ou seja,  $|\theta_q| < 1$ .

Modelo autorregressivo de médias móveis – ARMA(p,q): é a união dos modelos vistos anteriormente, os autorregressivos e o de médias móveis. É utilizado em séries encontradas na prática, para as quais não se desejam números muito grandes de parâmetros. A equação (3) representa um ARMA(p,q):

$$Z_t = \mu + \underbrace{\phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p}}_{AR(p)} + a_t - \underbrace{\theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}}_{MA(q)} \quad (3)$$

Percebe-se que as condições de estacionariedade de um processo ARMA(p,q) são as mesmas que as de um processo AR(p), e as condições de invertibilidade são as mesmas que as de um processo MA(q).

Modelo autorregressivo integrado de médias móveis – ARIMA (p, d, q): os modelos estacionários e os não estacionários diferenciam-se pelo número de diferenças necessárias para a estacionarização de uma série, representada pela letra d, se d=0, a série é estacionária; se d=1 ou d=2, a série é não estacionária. Segundo Morettin (2004), a primeira diferença busca estabilizar o nível da série e, com a segunda diferença, a variabilidade da série.

Uma generalização desse tipo de modelo, proposta por Granger e Joyeux, em que o parâmetro d assume não só valores inteiros, mas também graus de diferenciação fracionários.

Os modelos que apresentam essa propriedade permitem o estudo de séries caracterizadas por longas dependências temporais, intitulados ARFIMA(p,d,q), em que F significa “fractional”.

O processo  $Z_t$  é um ARFIMA(p,d,q), ou seja,  $Z_t$  é um processo autorregressivo fracionário integrado de média móvel, com  $d \in (-\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$  se este é fracionário e solução da equação de diferenças, conforme equação (4).

$$\phi(B)(1 - B)^d Z_t = \theta(B)a_t \quad (4)$$

O termo  $(1 - B)^d$  é definido pela expansão binomial, dada pela equação (5).

$$(1 - B)^d = \sum_{k=0}^{\infty} \binom{d}{k} (-1)^k B^k \quad (5)$$

Em que  $B$  é operador de retardo,  $\{a_t\}$  é um processo Ruído Branco,  $\phi(B)$  e  $\theta(B)$  são polinômios em  $B$  de graus p e q respectivamente, e,  $E(a_t) = 0, \sigma_{a_t}^2 > 0$ .

Uma série também pode apresentar autocorrelação para um período de sazonalidades. Os modelos que contemplam as séries que apresentam correlação sazonal são conhecidos como SARIMA (p, d, q)(P, D, Q)<sub>s</sub>. Dessa forma,  $Z_t$  é um ARIMA sazonal, ou um modelo SARIMA, e é definido pela equação (6):

$$(1 - B)(1 - B^s)Z_t = (1 - \theta B)(1 - \Theta B^s)a_t \quad (6)$$

Sendo que,  $\alpha_t$  é ruído branco,  $\theta$  é operador autoregressivo sazonal, e  $\Theta$  é operador de médias móveis sazonal.

Na Figura 1, é possível observar a estratégia utilizada para a construção de modelos, pela metodologia Box-Jenkins, baseada no ciclo iterativo formado pelas etapas: identificação, estimação, validação e adequação do modelo ou diagnóstico.

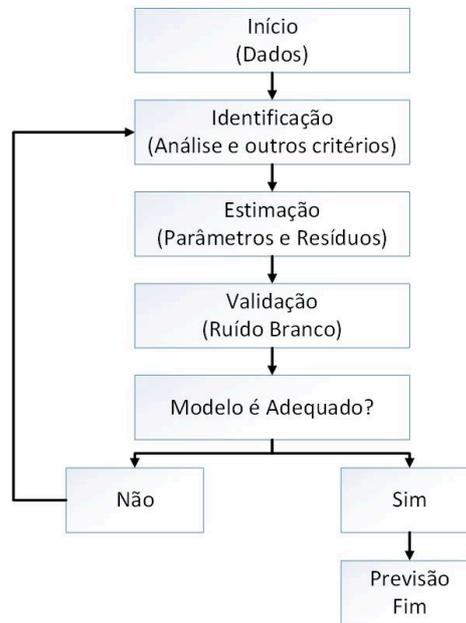


Figura 1 - Fluxograma do ciclo iterativo de Box e Jenkins

Fonte: Adaptado de Morettin e Toloí (2004).

O ciclo iterativo é composto pela identificação do modelo, estimação e diagnóstico. Na identificação do modelo, analisa-se a estacionaridade da série a partir da média e variância. Em seguida, analisam-se as componentes tendência, sazonalidade e ciclo, chegando à análise de dados por meio da função de autocorrelação (FAC) e da função de autocorrelação parcial (FACP).

Após as etapas de identificação e estimação, chega-se à adequação do modelo, por meio de critérios de seleção do modelo adequado, podendo-se realizar as previsões. Caso o modelo se apresente inadequado, deve-se retornar à etapa da estimação de novos parâmetros. Se a FAC apresentar um decaimento lento, quase linear, é um indicativo de não estacionariedade, o que sugere um novo tipo de modelo dito de memória longa, ARFIMA(p,d,q), em que d assume valores fracionários. E, se série apresentar componente sazonal, utiliza-se o filtro SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)<sub>s</sub>, no qual p e q referem-se respectivamente, às ordens autorregressiva e de média móvel e d, ao número de diferenças; enquanto que P, D e Q referem-se, respectivamente, à ordem autorregressiva sazonal, diferença sazonal e de média móvel sazonal (VICINI; SOUZA, 2007). O componente sazonal mostra flutuações ocorridas em subperíodos de tamanho s, ocorrendo, por exemplo, trimestral ou quadrimestral e assim por diante, em períodos inferiores à um ano (FERRAZ, 1999).

O modelo é avaliado pela qualidade do resíduo, que uma sequência de variáveis aleatórias, não correlacionadas entre instantes diferentes, simétrica e identicamente distribuídas, com média zero e variância constante. Uma vez verificado se o resíduo é Ruído Branco, significa que o modelo captou todas as informações do processo representado por  $y_t$ . Tal avaliação é feita por meio do correlograma da função de autocorrelação (FAC) e função de autocorrelação parcial (FACP), que servem para verificar se os dados são ou não autocorrelacionados.

Na etapa de identificação do modelo, Morettin e Tolo (2004) recomendam encontrar vários modelos significativos, para que, posteriormente, possa ser escolhido o melhor por meio dos critérios penalizadores AIC e BIC, que buscam encontrar modelos parcimoniosos, ou seja, aqueles com menor número de parâmetros. De outro modo, dados dois ou mais modelos com ajustes bons, escolhe-se aquele com menor número de parâmetros, visando à melhor compreensão do processo, haja vista a simplicidade na estrutura. Já modelos com excesso de parâmetros ajustam-se bem aos dados amostrais, mas não atingem desenvolver o comportamento da série como um todo. A saber, aplica-se o conceito da parcimônia a qualquer problema de modelagem estatística e não apenas à modelagem de séries temporais por ARIMA.

Assim, o AIC sugere escolher o modelo cujas ordens  $p$  e  $q$  minimizam o critério, portanto quanto menores os números de parâmetros e maior o grau de explicação e melhor o modelo, sendo então denominado, critério penalizador de parâmetros.

Existem vários indicadores para avaliar e comparar o desempenho dos modelos de previsão que possibilitam a comparação dos modelos de previsão de forma imparcial, sendo AIC e BIC os mais utilizados. Em geral, esses indicadores avaliam a capacidade de adequação dos modelos (DIEBOLD; LOPEZ, 1996).

Na equação (7), demonstra-se como é encontrado o AIC, em que  $\hat{\sigma}_{p,q}^2$  é o estimador de máxima verossimilhança de  $\sigma^2$  para um modelo ARMA( $p,q$ ) e  $N$  é o tamanho da amostra,  $p$ : número de parâmetros autorregressivos e  $q$ : número de parâmetros de médias móveis e  $\ln$  é o logaritmo neperiano. E o minimizar significa identificar as ordens  $p$  e  $q$  que equilibrem o comportamento da série analisada.

Critérios de Seleção:

$$\text{Seleção do modelo: } AIC(p, q) = \ln \hat{\sigma}_{p,q}^2 + \frac{2(p+q)}{N} \quad (7)$$

Akaike (1970) e Schwarz (1978) sugerem minimizar o BIC, que, em um modelo ARMA, é dado pela equação (8):

$$\text{Seleção do modelo: } BIC(p, q) = \ln \hat{\sigma}_{p,q}^2 + (p + q) \frac{\ln N}{N} \quad (8)$$

Em que  $\hat{\sigma}_{p,q}^2$  é a estimativa de máxima verossimilhança da variância residual do modelo ARMA( $p,q$ ).

Para avaliação dos erros de previsão, são utilizadas as medidas: erro percentual médio absoluto (MAPE) e a estatística U-Theil. O cálculo das referidas medidas se

obtem a partir das equações (9) e (10).

O motivo da utilização desses critérios é avaliar a capacidade preditiva dos modelos perante os dados originais.

O MAPE indica o valor médio do erro percentual absoluto das previsões sobre um conjunto de dados. É calculado a partir das previsões um passo à frente, geradas pelo modelo matemático estimado.

Algebricamente, é apresentado na equação (9) a estatística MAPE como método de seleção de previsão:

$$MAPE(\%) = \frac{\sum \left( \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right)}{n} \times 100 \quad (9)$$

Em que  $n$  é o número de observações,  $Z_t$  é o valor observado no instante  $t$  e  $\hat{Z}_t$  é o valor previsto no instante

Uma das vantagens do MAPE é a facilidade de entendê-lo, uma vez que é dado em percentual. Já a desvantagem é que, se o valor real for pequeno, qualquer discrepância na previsão fará o MAPE aumentar consideravelmente.

A estatística U-Theil, mede o quanto o método de previsão é melhor se comparado à previsão ingênua (método de previsão com um passo à frente, em que só é considerado o último dado verificado), atuando como parâmetro de avaliação. Quanto mais próximo de zero, melhor o desempenho do modelo e, conseqüentemente, os erros de previsão são menores (SOUZA; SAMOHYL; MIRANDA, 2008).

A referida estatística é dada pela expressão conforme a equação (10):

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} \left( \frac{\hat{Z}_{t+1} - Z_{t+1}}{Z_t} \right)^2}{\sum_{t=1}^{n-1} \left( \frac{Z_{t+1} - Z_t}{Z_t} \right)^2}} \quad (10)$$

Em que  $n$  é o número de observações;  $Z_t$  e  $Z_{t+1}$  são os valores observados nos instantes  $t$  e  $t+1$  e, respectivamente;  $\hat{Z}_{t+1}$  é o valor previsto para o instante  $t+1$ .

A estatística de U-Theil é uma medida relativa de precisão que compara os resultados de previsão com dados históricos mínimos. É decisiva na determinação da acurácia com valores entre 0 e 1, considera-se previsão perfeita quanto mais próxima de zero for o valor de U estatística de Theil, medidas de  $U \geq 1$  não agradam, ou seja, consideram-se previsão ruim. Vale lembrar, também, que todas as medidas de capacidade preditiva citadas anteriormente podem ser estendidas a erros de previsão  $k$  passos à frente.

As referidas estatísticas indicam, por meio de seus valores, ao avaliador, o melhor

modelo entre os concorrentes para então fazer a previsão.

Nesta pesquisa, as estatísticas de previsão serão utilizadas para obter o melhor modelo. E, assim, prever com até três passos à frente, o preço do cimento. O método de modelagem é o autorregressivo integrado de médias móveis (ARIMA), aplicado à série original.

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa pode ser classificada como exploratória, descritiva, bibliográfica e quantitativa do ponto de vista dos procedimentos que são adotados (GIL, 2007). O suporte teórico em séries temporais torna possível comparar modelos de previsão e determinar com maior precisão os modelos que melhor preveem os preços do cimento Portland. Para consecução desta pesquisa, optou-se pelo uso do *software* E-Views 9.5 *Student Version*.

Nesta pesquisa, para efeitos de estudo, foram utilizados dados obtidos através do site da CBIC – Câmara Brasileira da Indústria do Cimento (<http://www.cbicdados.com.br/menu/materiais-de-construcao/>), em fevereiro de 2017, e referem-se ao valor médio/mediano do cimento Portland em R\$/kg com valores mensais, no período de setembro de 1995 a dezembro de 2016, totalizando 256 observações para cada um dos estados da região sul do Brasil.

Foram empregados métodos de modelagem de séries temporais (BOX-JENKINS, 1970), por meio do modelo ARIMA – Autorregressivos Integrados de Médias Móveis, que representam o processo estocástico gerador da série temporal.

Foram traçados os gráficos de cada uma das séries originais a fim de verificar a estacionariedade de ambas, identificar se há comportamento tendencioso, existência ou não de sazonalidade e, ainda, se há presença de *outliers*.

Na sequência, geraram-se as funções de autocorrelações (FAC) e as funções de autocorrelações parciais (FACP), por meio dos correlogramas. Foram identificados os possíveis filtros, AR(p), MA(q), ARMA(p,q), no caso das séries serem estacionárias.

Seguiu-se, então, ao ajuste dos modelos da classe geral ARIMA à variável em estudo, obtendo-se diversos modelos concorrentes, os quais deverão apresentar a característica de ruído branco.

Entre os modelos concorrentes, a indicação do melhor modelo se deu pelo menor valor obtido pelos critérios penalizadores AIC e BIC.

De forma a contribuir à tomada de decisão, foram calculadas as estatísticas de previsão MAPE e U-Theil de cada modelo. A partir disso, escolheu-se aquele que será utilizado para as previsões do preço do cimento Portland nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná em até três passos à frente.

Face a crescente queda no setor da construção civil, faz-se necessário, o planejamento a partir de melhor modelo de previsão.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, na Figura 2(a), observou-se o comportamento de cada uma das séries preço do cimento no RS, SC e PR, do gráfico de sequência, a partir do qual foi possível presumir estacionariedade, tendência e sazonalidade das referidas séries. Com o intuito de confirmar tais indicativos, gerou-se através do software EViews 9.5, as funções de autocorrelação – FAC e autocorrelação parcial – FACP, foi através desses correlogramas, como são chamados tais gráficos, que também foi possível termos um indicativo dos filtros AR(p), MA(q), ARMA(p,q) ou ARIMA(p,d,q). Constatada a não estacionariedade, passou-se ao processo de diferenças sucessivas, com o intuito de estacionarizar cada uma das séries. A seguir, seguiu-se para o ajuste dos modelos da classe geral ARIMA em relação a cada uma das variáveis em estudo. Tais modelos, ditos concorrentes, foram comparados e analisados os respectivos resíduos, obtenção ou não de ruído branco, recorrendo-se as estatísticas de previsão.

Dentre estes modelos, optou-se pelo que apresentou melhores estatísticas de previsão, MAPE e U-Theil, juntamente com os critérios penalizadores AIC e BIC de menor valor.

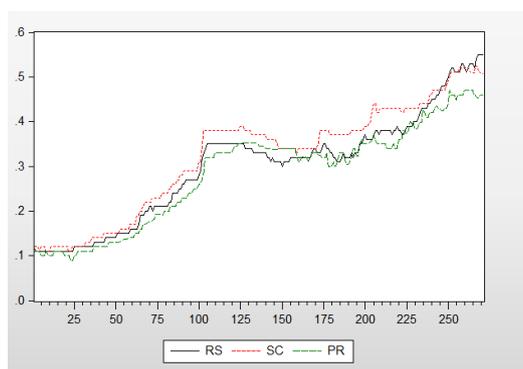


Figura 2(a)

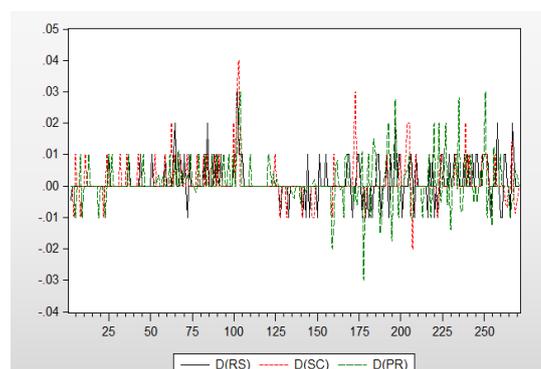


Figura 2(b)

Figura 2 – Série original do preço do cimento Portland nos três estados da região sul do Brasil

Verificou-se a partir da Figura 2(a) que a série gerada com dados do preço do cimento, nos referidos estados, tem comportamento não estacionário, com tendência crescente e que a variância não é constante, com dados correlacionados entre instantes diferentes. Percebe-se também que a partir da 205<sup>a</sup> observação até a 248<sup>a</sup> observação o preço do cimento Portland no RS cresceu mês a mês de maneira aparentemente linear: tendência crescente. E alguns indícios de variações sazonais como foi observado em alguns períodos, podendo-se eliminar através de um componente determinista. Na Figura 2(b), mostram-se as séries em primeiras diferenças, as quais são estacionárias.

O correlograma das séries originais, apresentou decaimento lento que pode ser observado através do gráfico da FAC caracterizando a não estacionariedade das séries em questão, confirmando os pressupostos apresentados anteriormente na

análise gráfica da série de preços do cimento Portland em R\$/Kg nos estados do sul do Brasil. A fim de confirmar tais indicativos, gerou-se através do software E-Views 9.5, as funções de autocorrelação - FAC e autocorrelação parcial – FACP, Figura 3. E, é através destes gráficos da FAC e FACP, que tornou possível dirimir sobre o modelo que melhor representa a série. Ao fato de ambos, correlogramas da FACP para os três estados, possuírem apenas um valor significativo no lag 1, nos remete a um autorregressivo de ordem 1, AR(1).

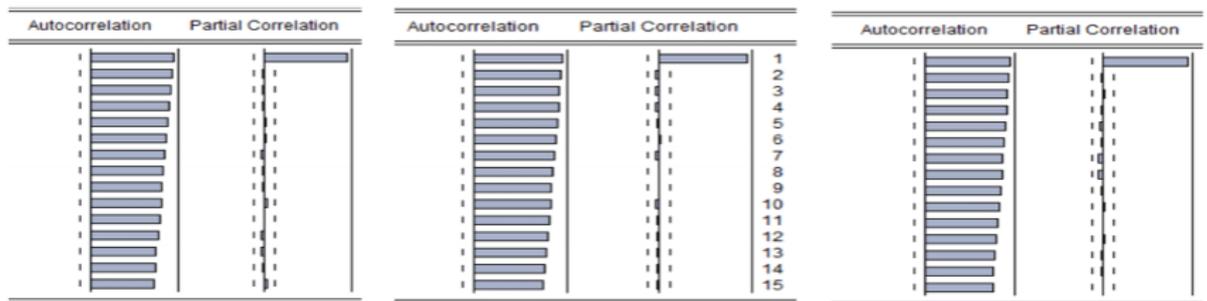


Figura 3 - FAC e FACP das séries originais do preço do cimento nos estados do RS, SC e PR respectivamente.

Para a identificação dos modelos significativos para a representação da série do preço do cimento Portland em R\$/kg, fez-se a análise criteriosa dos modelos concorrentes, constantes na Tabela 1, que deverão apresentar os menores valores de AIC e BIC, ditos critérios penalizadores, e análise das estatísticas de previsão que vem contribuir para a escolha do melhor modelo.

Série Preço do Cimento - RS					
MODELO	PARÂMETROS	tc	RB	AIC	BIC
ARIMA(1,1,0)	$\phi_1 = 0,122163$	2,120032	S	-7,249697	-7,221923
ARIMA(1,1,1)	$\phi_1 = 0,983861$ $\theta_1 = -0,935014$	42,38502 -21,49738	S	-7,298464	-7,256802
ARIMA(2,1,2)	$\phi_2 = 0,961470$ $\theta_2 = -0,876316$	17,79610 -11,04397	S	-7,265131	-7,243469
<b>ARFIMA(1;0,1322;0)</b>	<b><math>\Phi_1 = 0,999318</math></b> <b><math>d^* = 0,132215</math></b>	<b>2,801012</b> <b>838,1718</b>	<b>S</b>	<b>-7,248309</b>	<b>-7,206764</b>
SARIMA(1,0,0)(1,0,0) <sub>12</sub>	$\phi_1 = 0,999806$ $\Phi_1 = 0,189993$	3360,525 3207,423	S	-7,229287	-7,187742
Série Preço do Cimento – SC					
MODELO	PARÂMETROS	tc	RB	AIC	BIC
ARIMA(1,1,0)	$\phi_1 = 0,248426$	0,037695	N		
ARIMA(2,1,2)	$\phi_2 = 1$ $\theta_2 = -1$	69,57245 -33069,96	S	-7,303782	-7,262120
<b>ARFIMA(1;0,1841;0)</b>	<b><math>\Phi_1 = 0,998479</math></b> <b><math>d^* = 0,184155</math></b>	<b>440,3762</b> <b>5,512401</b>	<b>S</b>	<b>-7,313410</b>	<b>-7,271865</b>
SARIMA (1,0,1)(1,0,1) <sub>6</sub>	$\phi_1 = 0,999723$ $\Phi_1 = -1$ $\theta_1 = 0,286017$ $\theta_1 = 1$	4195,828 -22,85374 6,341496 80341,47	S	-7,274714	-7,205472
SARIMA (2,0,2)(2,0,2) <sub>6</sub>	$\phi_2 = 0,906566$ $\Phi_2 = 0,999999$ $\theta_2 = -0,856878$ $\theta_2 = -0,999728$	7,200617 499,3935 -5,788412 -256,1353	S	-7,293161	-7,223725
Série Preço do Cimento – PR					
MODELO	PARÂMETROS	tc	RB	AIC	BIC
SARIMA (1,0,0)(1,0,0) <sub>6</sub>	$\phi_1 = 0,999676$ $\Phi_1 = 0,154365$	1441,348 2,715192	S	-6,990673	-6,949128
<b>SARIMA (1,0,0)(1,0,0)<sub>12</sub></b>	<b><math>\phi_1 = 0,999637</math></b> <b><math>\Phi_1 = 0,211934</math></b>	<b>1317,592</b> <b>3,519521</b>	<b>S</b>	<b>-7,012213</b>	<b>-6,970668</b>
SARIMA (1,0,1)(1,0,1) <sub>4</sub>	$\phi_1 = 0,999338$ $\Phi_1 = 0,845467$ $\theta_1 = 0,086956$ $\theta_1 = -0,755271$	717,3314 6,311583 1,693108 -4,635083	S	-6,987397	-6,918155

Tabela 1 – Modelos significativos para a série de preço do cimento Portland nos estados da região sul do Brasil

Para a escolha do modelo mais propício a cada uma das três séries, levou-se em consideração o modelo mais parcimonioso, ou seja, com menor número de parâmetros. Além disso, o menor valor de AIC e BIC sinaliza a escolha do modelo mais adequado

às previsões necessárias, bem como, a análise criteriosa do gráfico dos resíduos de cada um dos modelos concorrentes para cada uma das séries preço do cimento nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

Como o objetivo desta análise é encontrar o modelo que descreva adequadamente a série de maneira que resultem em implicações compatíveis com o esperado, justifica-se a escolha dos modelos: ARFIMA(1;0,1322;0) para a série preço do cimento no Rio grande do Sul, ARFIMA(1;0,1841;0) para a série preço do cimento em Santa Catarina e SARIMA(1,0,0)(1,0,0)<sub>12</sub> para a série preço do cimento no Paraná, através da checagem dos gráficos da análise dos resíduos justifica-se as referidas escolhas, a obtenção do ruído branco, indica que os modelos captaram todas as informações do processo e as previsões para o preço do cimento Portland em R\$/kg foram boas.

Figura 4 – Resíduos da série diferenciada de preços mensais do cimento Portland nos estados do RS, SC e PR, e Previsão para cada um dos estados respectivamente.

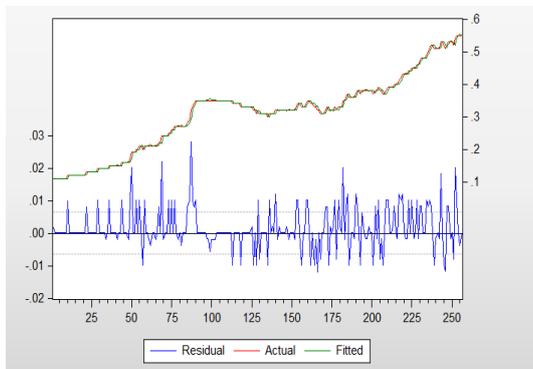


Figura 4(a) Série original, diferenciada e resíduos para o preço do cimento no RS

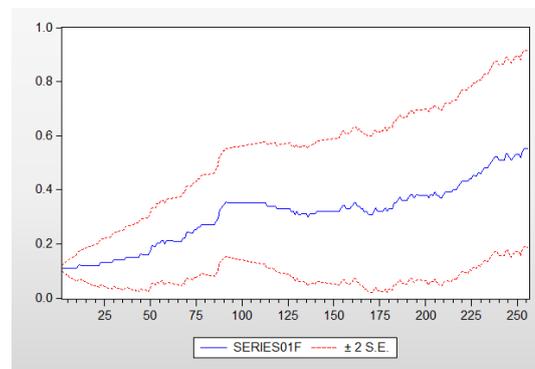


Figura 4(b) Previsão segundo modelo ARFIMA(1;0,1322;0)

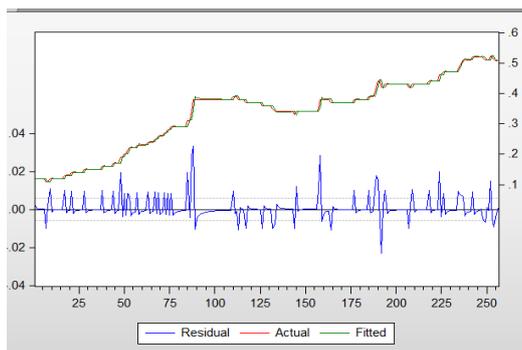


Figura 4(c) Série original, diferenciada e resíduos para o preço do cimento no SC

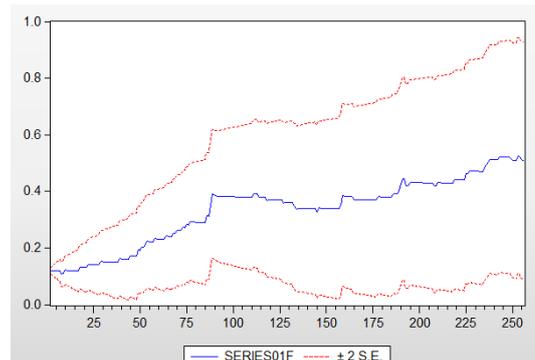


Figura 4(d) Previsão segundo modelo ARFIMA(1;0,1841;0)

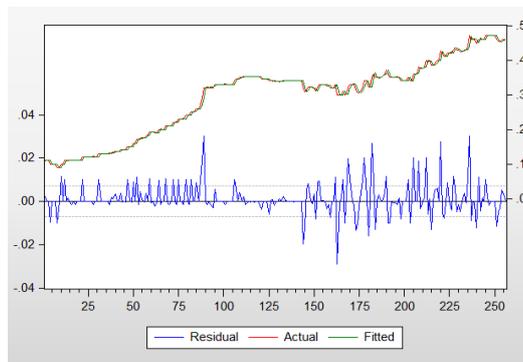


Figura 4(e) Série original, diferenciada e resíduos para o preço do cimento no PR

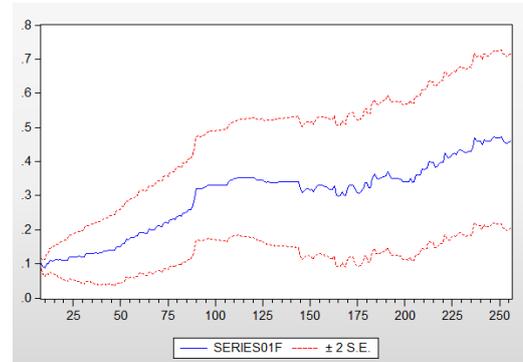


Figura 4(f) Previsão segundo modelo SARIMA(1,0,0)(1,0,0)<sub>12</sub>

MAPE e estatística de Theil (SOUZA, SAMOHL E MIRANDA, 2008), é uma medida relativa de precisão que compara os resultados de previsão com dados históricos mínimos. Também, vale lembrar que todas as medidas de capacidade preditiva citadas anteriormente podem ser estendidas à erros de previsão  $k$  passos a frente.

As referidas estatísticas indicam, através de seus valores, ao avaliador o melhor modelo dentre os concorrentes para então fazer a previsão (Tabela 2).

Estados	MODELO	U-Theil	MAPE
RS	ARFIMA(1;0,1322;0)	0,009490	1,304920
SC	ARFIMA(1;0,1841;0)	0,008608	1,107835
PR	SARIMA(1,0,0)(1,0,0) <sub>12</sub>	0,011324	1,381781

Tabela 2 – Estatísticas de previsão para os modelos escolhidos

Analisando o comportamento das séries do preço do cimento Portland nos três estados do Sul do país, possibilitou-nos afirmar que as séries não assumem um comportamento estacionário por apresentarem tendência crescente e alguns picos, também mostra movimentos repetitivos ao longo do período, caracterizando um efeito de sazonalidade. Não sendo suficiente a análise visual apenas, pois, é perceptível a não estacionariedade das mesmas. Estudou-se alguns modelos, uns tão bom quanto os escolhidos, mas, como regra de decisão, para fazer a indicação do melhor modelo para cada um destes objetos, recorreu-se aos critérios penalizadores, AIC e BIC, e às estatísticas de previsão, MAPE e U-Theil. Os primeiros, definem os modelos parcimoniosos encontrando os menores valores, os segundos, “dizem” o quanto o modelo explica do esperado. Assim, os modelos representativos para cada uma das séries de preços do cimento Portland em cada um dos estados da região Sul do Brasil, RS, SC e PR, são respectivamente: ARFIMA(1;0,1322;0) modelo fracionário com uma diferença  $d^*=0,132215$ , ARFIMA(1;0,1841;0) modelo fracionário com uma diferença  $d^*=0,184155$  e o modelo SARIMA(1,0,0)(1,0,0)<sub>12</sub> com sazonalidade 12.

## 5 | CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste estudo apresenta o melhor modelo para previsão do preço do cimento Portland nos três estados do sul do Brasil contribui para a avaliação de futuros investimentos e gerenciamento para tomada de decisões nesse setor.

Nesse sentido, a metodologia Box-Jenkins se mostrou eficiente para representar as séries em estudo, captando o comportamento e efeitos ocorridos sobre as séries em todos os modelos significativos testados.

Como todos os estados, apresentaram um comportamento autorregressivo e não estacionário verificou-se que o preço do cimento está sempre ascendente, demonstrando um aquecimento no setor da construção civil, resistindo a todos os impactos econômicos da crise dos últimos meses, contrapondo-se às pesquisas que indicavam recuo.

Os resultados obtidos desta investigação permitiram concluir que os modelos: ARFIMA(1;0,1322;0) prevê o preço do cimento no RS, ARFIMA(1;0,1841;0) prevê o preço do cimento no estado de SC e por último, SARIMA(1,0,0)(1,0,0)<sub>12</sub> prevê o preço da *commodity* no estado do PR.

Destaca-se que os resultados encontrados para as previsões da *commodity* nesses estados vem ao encontro dos objetivos propostos neste estudo. Esperando-se, que tais resultados auxiliem tanto ao governo, quanto aos empresários do setor da construção civil, no planejamento e otimização dos recursos empregados no mesmo.

## REFERÊNCIAS

AKAIKE, H. Statistical predictor identification. **Annals of the Statistical Mathematics**. 22, p. 203-217, 1970.

BARROS, M. **Processos estocásticos**. Rio de Janeiro: Papel Virtual, 2004.

BOX, G. E. P. & JENKINS, G. M. **Time series analysis forecasting and control**. Edição revisada. Holden-Day, San Francisco, 1970.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/materiais-de-construcao/cimento> Acesso em: 16 dez. 2015 e 14 nov. 2016.

DIEBOLD, F. X.; LOPES, J. A. Forecast Evaluation and Combination. **Handbook of Statistics Statistical Methods in Finance**, v. 14, 1996.

EHLERS, R. S. **Análise de Séries Temporais**. Departamento de Estatística, UFPR, 2007. Disponível em: <http://leg.est.ufpr.br/ehlers/notas>. Acesso em: 17 nov. 2016.

FERRAZ, M. I. F., SÁFADI, T.; LAGES, G. Uso de modelos de séries temporais na previsão de séries de precipitação pluviiais no município de Lavras – MG. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 7, n. 2, p. 259-267, 1999.

FGV – Fundação Getúlio Vargas e do IBRE – Instituto Brasileiro de Economia, site: <http://portalibre.fgv.br/>

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

GOMES, N. R. M.; LOPES, C. M. C. **Estudo de modelos de séries temporais para a demanda de produção de cimento**. In: 19º SINAPE, 2010, São Pedro/SP. **Anais...** São Pedro/SP: Universidade Presbiteriana Mackenzie, PIBIC/MackPesquisa, 2008.

JUNGES, A. H.; FONTANA, D. C. Modelo Agrometeorológico-espectral de estimativa de rendimento de grãos de trigo no Rio Grande do Sul. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 1, p. 9-16, 2011.

MARCHEZAN, A. & SOUZA, M. A. Previsão do preço dos principais grãos produzidos no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.40, n.11, 2010.

MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M. **Análise de Séries Temporais**. 1ª Ed. E. Blucher, São Paulo, 2004.

PYNDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Econometria: modelos e previsões**. 4ª Ed. E. Elsevier, Rio de Janeiro, 2004.

SCHWARZ, G. Estimating the dimension of a model. **Annals of Statistics**. v. 6, n. 2, p. 461-464, 1978.

SNIC – Sindicato Nacional da Indústria do Cimento, site: <http://www.snic.org.br/>  
Acesso em: 25 out. 2016.

SOUZA, G. P. SAMOBYL R. W. e MIRANDA, R.. **Métodos Simplificados de Previsão Empresarial**, Rio de Janeiro, Ciência Moderna Ltda, 2008.

STEFFEN, D. **Intervalo “Bootstrap” para previsões de séries temporais obtidas pelo método theta**. 2010. 116 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia)-Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2010.

VICINI, L.; SOUZA, A. M. Geração de subsídios para a tomada de decisão na cadeia produtiva da bovinocultura do Brasil. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**. v. 2, n. 4, p. 49-64, 2007.

VORONIN, S.; PARTANEN, J. Forecasting electricity price and demand using a hybrid approach based on *Wavelet* Transform, ARIMA and Neural Networks. **International Journal Energy Research**, v. 38, n. 5, p. 626-637, 2014.

WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. Previsão de demanda: uma aplicação dos modelos Box-Jenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais. **Revista Gestão & Produção**, v. 10, n. 1, p. 47-67. [PDF]

## PROPOSTA DE UM DIAGNÓSTICO DOS ATIVOS INTANGÍVEIS EM EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA DO SETOR DE ENERGIA

### **Vinícius Jaques Gerhardt**

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Santa Maria – Rio Grande do Sul

### **Julio Cezar Mairesse Siluk**

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Santa Maria – Rio Grande do Sul

### **Jordana Rech Graciano dos Santos**

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Santa Maria – Rio Grande do Sul

### **Mariana Soncini Minuzzi**

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Santa Maria – Rio Grande do Sul

### **Claudia de Freitas Michelin**

Universidade Luterana do Brasil (ULBRA)

Canoas – Rio Grande do Sul

**RESUMO:** As empresas de base tecnológica do setor de energia se destacam pelas suas características inovadoras e pela produção de um bem de extrema importância para a sociedade, a energia. Dentro dessas companhias existem os ativos intangíveis, que são cada vez mais reconhecidos por exercerem grande influência na organização de qualquer tipo de indústria. Este trabalho possui como proposta o desenvolvimento de um diagnóstico para mensuração dos ativos intangíveis dentro de empresas de base tecnológica do setor de energia. Para isso realiza-se um extenso

levantamento bibliográfico com o intuito de coletar informações a respeito dos assuntos considerados base, sendo estes: empresas de base tecnológica do setor de energia, competitividade e ativos intangíveis. Conforme maior conhecimento adquirido sobre o assunto, obtêm-se contato com gestores de empresas de base tecnológica do setor de energia da região Centro-Oeste do Rio Grande do Sul, que deverão auxiliar na pesquisa com seu entendimento adquirido dentro de suas companhias. Aplicado um questionário a esses empresários, utiliza-se fases do método para tomada de decisão AHP (Analytic Hierarchy Process), para calcular a atuação dos intangíveis dentro das empresas dos gestores entrevistados. A expectativa é de que o trabalho contribua com um modelo teórico capaz de assessorar outras empresas no entendimento da relevância dos intangíveis e também da contribuição destes nas indústrias. **PALAVRAS-CHAVE:** energia; empresas de base tecnológica; ativos intangíveis.

### 1 | INTRODUÇÃO

As empresas de base tecnológica são organizações inovadoras que mesmo atuando em condições de incerteza, possuem grande potencial de expansão de mercado. Fernandes, Côrtes e Oshi (2000) e Toledo et al. (2008)

afirmam que essas empresas se concentram no desenvolvimento e fabricação de produtos que constituem sistematicamente novas tecnologias, e além disso, procuram alinhar seu desenvolvimento tecnológico com as práticas sustentáveis, condições valorizadas pelos consumidores da sociedade vigente (JUGEND; DA SILVA, 2010; SOETANTO; JACK, 2013). Dessa forma, devido a seus métodos e prioridades, as empresas de base tecnológica atraem crescente interesse da parte de estudiosos e gestores da área industrial.

Partindo de um contexto global, constata-se que as empresas do setor de energia exercem grande influência na sociedade moderna. O fato é que a energia é um recurso muito explorado, e deve sofrer com a escassez de suas fontes. Em consequência, comprova-se a preocupação com as empresas produtoras de energia e o incentivo a pesquisa e exploração de fontes renováveis. Em razão dos sucessivos problemas ambientais, a energia pode ser considerada um elemento importante para a produção, e deve possuir uma boa gestão estratégica dos empreendimentos do setor. Desse modo, ao considerar a relevância do setor energético e o alto potencial de inovação das EBTs, e visto que as tecnologias inovadoras contribuem para a produção de energias sustentáveis, explica-se a relevância em avaliar a estratégia utilizada pelas empresas de base tecnológica do setor de energia.

Comprovada a necessidade de análise dos fatores estratégicos das empresas de base tecnológica do ramo de energia, parte-se da questão de como e com base em quais aspectos que deverão ser avaliados. Os ativos tangíveis e intangíveis estão presentes em todos os tipos de empresas. Além das diversas características que os diferenciam, a principal pode ser denominada pela inexistência física dos intangíveis, assim como a maior dificuldade de identificá-los. Nota-se que apesar de ratificada a influência desses ativos, poucas indústrias os utilizam em seus sistemas de medição (DIAS JÚNIOR et al., 2011; IGARASHI et al., 2011), e identifica-se carência de estudos científicos que relatem a mensuração dos mesmos em empresas de base tecnológica. Mesmo assim, devido ao reconhecimento da geração de retornos críticos, os ativos intangíveis estão recebendo maior atração da parte de estudiosos e pesquisadores da área de gestão de negócios. Conforme Lev (2001), o atual interesse no estudo dos intangíveis está relacionado a dois importantes fatores: o acirramento da competição entre as empresas e o crescimento da tecnologia de informação. O crescente desenvolvimento tecnológico da indústria permite que esses aspectos ganhem força e mantenham o mercado cada vez mais aquecido.

Acolaboração dos ativos intangíveis sobre o capital da indústria e o reconhecimento da dificuldade de detectá-los evidencia a necessidade da mensuração desses fatores. Desse jeito, ao considerar a relevância das EBTs no cenário mundial e a grande responsabilidade das companhias de criação de energia, justifica-se a importância do desenvolvimento de um modelo teórico para mensuração da competitividade de empresas de base tecnológica do setor de energia, com base nos ativos intangíveis, tema do trabalho presente. E ainda, em vista da existência de um extenso campo de

estudo na área que envolve ativos intangíveis e EBTs do setor energético, a pesquisa deve apresentar o seguinte problema: “Como mensurar a competitividade das empresas de base tecnológica do setor de energia, com base nos ativos intangíveis?”.

O principal objetivo do trabalho é exposto da seguinte maneira: a partir dos fatores intangíveis, propor um diagnóstico capaz de mensurar o nível de competitividade empresarial de empresas de base tecnológica do setor de energia, e assim, proporcionar resultados que auxiliem essas empresas no gerenciamento estratégico de seus ativos intangíveis. Os objetivos específicos apresentam-se como (i) identificar quais ativos intangíveis que mais interferem na competitividade das EBTs do setor de energia; (ii) identificar importância concedida pelas empresas de base tecnológica aos ativos intangíveis.

A segunda seção constitui o referencial teórico, que deve orientar o trabalho com base em literaturas existentes sobre os principais assuntos abordados. A terceira etapa apresenta a metodologia, que inclui cenário, método e etapas da pesquisa. Na seção quatro situam-se os resultados encontrados a partir da pesquisa. A quinta seção refere-se as conclusões realizadas em relação ao estudo.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico está segmentado em subseções. O primeiro assunto abordado destaca os aspectos e o contexto das empresas de base tecnológica do setor de energia. Posteriormente, busca-se maior entendimento a respeito da competitividade dentro do ramo industrial, onde é possível perceber as características, as forças e os fatores que interferem na competição entre as empresas. A terceira parte evidencia as particularidades e as formas de atuação dos ativos intangíveis nas empresas. Na quarta seção, encontra-se a revisão bibliográfica dos métodos multicritérios em tomada de decisão, que busca informações a respeito do método AHP (Analytic Hierarchy Process), ferramenta utilizada no trabalho presente.

### 2.1 Empresas de base tecnológica do setor de energia

Devido a globalização e o progresso da tecnologia de informação, a concorrência entre as empresas cresceu. Assim, com o objetivo de alcançar um alto nível de competitividade, as mesmas buscaram se desenvolver em relação a novas técnicas e ferramentas tecnológicas. Dentro desse contexto, destacam-se as empresas de base tecnológicas (EBTs), que já demonstram sua relevância em relação ao sistema econômico atual. Conforme Colombo & Delmastro (2002), são elementos-chave para proporcionar inovações na indústria e criar novos empregos.

As EBTs são companhias que buscam a qualificação de seus funcionários e sistemas produtivos, pois dedica uma parte significativa de seus recursos em atividades de P&D, sendo esse um requisito vital para a organização (CÓRTEZ et al. 2005). Em

consequência de essas corporações estarem sempre se atualizando quanto a novas estratégias, devem apresentar constante evolução tecnológica. Esse desenvolvimento de novas tecnologias pode ser elaborado por fontes internas da empresa, por meio de aprendizado, e por fontes externas, através da transmissão de tecnologias já existentes em outros ambientes (PEREIRA; PLONSKY, 2010).

As empresas de base tecnológica são consideradas startups quando se encontram em estágio inicial e estão voltadas a um modelo escalável de negócios. Além da busca pela inovação, essas companhias são direcionadas para criar produtos ou serviços sob condição de extrema incerteza (RIES, 2012). Por outro lado, as EBTs que derivam de outras empresas, ou até mesmo de projetos da universidade, são definidas como spin-offs. Essas devem variar conforme seu grau de inovação, escopo de tecnologia, P&D e ciclo de desenvolvimento do produto (Mustar et al. 2005).

É possível identificar que as empresas de base tecnológica possuem diferentes características em relação às companhias de padrão tradicional. De acordo com o quadro 1, Martinez & Juan (2003) sugerem os seguintes vantagens e desvantagens encontradas nas EBTs em comparação as empresas habituais.

Vantagens	Desvantagens
Rápido crescimento	Vulnerabilidade por falta de capital
Orientação exportadora	Dependência de capital
Alto valor agregado	Fluxos de caixas variáveis
Empregado de qualidade	Recurso limitados para P&D
Caráter inovador e rápida adaptação	Dificuldade de gestão do rápido crescimento
Difusão de tecnologia	Ciclos de investimento longo
Quando tem sucesso oferecem grande lucro	Sucesso baseado num único produto
Colaboram com grandes empresas	Vulnerabilidade frente às medidas públicas
Podem ser as grandes empresas do futuro	Poucas tem sucesso a longo prazo

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens das empresas de base tecnológica

Fonte: MARTINEZ, Juan, B. 2003. p. 69.

Dado que as EBTs são organizações inovadoras, tanto pelos seus métodos de produção, quanto por sua percepção das possíveis realidades futuras da indústria, espera-se que essas estejam trabalhando não somente para o máximo lucro próprio, mas também pelo benefício da humanidade. A partir disso, reconhece-se que existem elementos que não desaparecerão, por conta de sua importância para a vivência dos seres humanos. A energia pode ser considerada uma delas. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2016), em 2015, o número de consumidores brasileiros de energia elétrica alcançou o nível de 78,885 milhões, com um aumento de 2,2% em comparação ao ano anterior. Números esses que devem variar de acordo com a realidade de cada país, mas que mesmo assim, demonstram a importância da energia

elétrica para a população.

Claramente, a energia elétrica é o tipo de energia mais utilizado atualmente. Mas outras categorias de energia também demonstram potencial de inovação e relevância para a sociedade atual. Destaca-se que com o objetivo da redução de impactos ambientais, diversos trabalhos são realizados no campo da energia sustentável, como o desenvolvimento de técnicas para o uso de fontes energéticas renováveis e a administração adequada de resíduos sólidos. Segundo Sattler (2003), esses são alguns métodos que devem auxiliar no comportamento dos índices sociais, econômicos e ambientais.

A existência de estudos na área de energia e a forte participação da pesquisa dentro das EBTs evidenciam a ligação das empresas de base tecnológica com o setor de energia. Demonstra-se assim, o importante papel que essas empresas devem desempenhar.

## 2.2 Competitividade

Siluk (2007) afirma que determinar a competitividade de uma empresa significa indicar a sua atual situação, conforme sua postura estratégica, gestão corporativa, cultura organizacional, recursos e fatores internos gerais, avaliação, controle, oportunidades e ameaças.

Ou seja, a avaliação da competitividade depende de diversos fatores, e para que se obtenham conclusões a respeito do assunto, é necessário que muitas realidades sejam analisadas. Segundo Oliveira (2007, p.95), “vantagem competitiva é a identificação estruturada dos produtos ou serviços e dos mercados para os quais a empresa tem diferencial de atuação”. Como os produtos ou serviços devem demonstrar superioridade perante aos concorrentes, a empresa necessita conhecer os fatores que influenciam na sua competitividade.

De acordo com Porter (2009), a competitividade é o resultado de cinco principais forças influenciadoras. Cada uma delas deve determinar a perspectiva de lucro do setor e o foco da estratégia proposta. O conhecimento dessas forças, juntamente com a análise do macroambiente, deve gerar uma oportunidade para aperfeiçoamento do desempenho organizacional da empresa (WRIGHT; KROLL; PARNELL, 2007). As cinco forças são: a ameaça de novos entrantes, as manobras pelo posicionamento entre os atuais concorrentes, o poder de negociação dos clientes, o poder de negociação dos fornecedores e a ameaça de produtos ou serviços substitutos. Na figura 1 identificam-se essas forças:

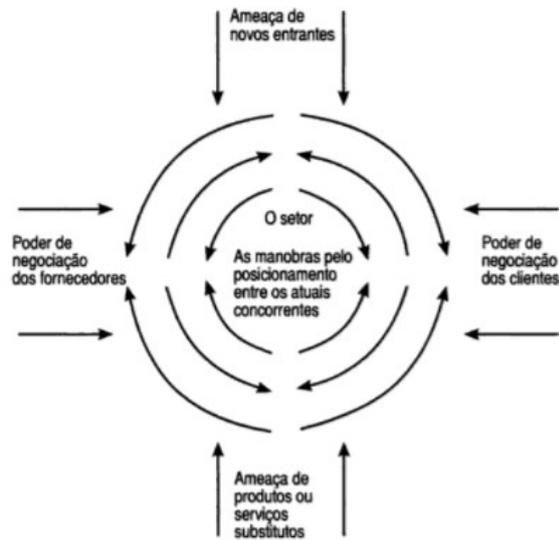


Figura 1 – As 5 forças competitivas de Porter.

Fonte: Porter. 2009.

Porter (2009) reconhece que o desejo dos novos entrantes em apoderar-se do mercado deve trazer pressão e alterações aos negócios já existentes. A gravidade dessa ameaça depende da reação da concorrência e das expectativas dos novos entrantes em relação às barreiras existentes.

Os consumidores também exercem influência sobre a competitividade das empresas, pois devem exigir qualidade e preços acessíveis. Em consequência da grande concorrência dos setores, os clientes possuem vasta gama de escolha de produtos, assim devem incentivar a rivalidade entre as empresas, que terão que adaptar-se conforme o ambiente do mercado.

O poder de barganha dos fornecedores deve ser forte quando esses se encontram mais concentrados do que o setor comprador, possuem produtos exclusivos, ou não necessitam excessivamente de seus consumidores. Nesse último caso, destacam-se os fornecedores de grande porte, que em virtude de seu tamanho, geralmente não devem sofrer pressão.

Segundo Porter (2009), os produtos ou serviços substitutos devem limitar o potencial do setor. É fundamental que a empresa que deseja evitar essa consequência, melhore a qualidade do produto ou estabeleça uma diferenciação entre sua mercadoria e a substituta. O autor utiliza o exemplo dos produtores de açúcar, que concorreram com a comercialização do xarope de milho de grande concentração de frutose, substituto do açúcar.

O fator da rivalidade entre os concorrentes deve exercer poder sobre as decisões estratégicas da companhia, ditando as situações de mercado em que o negócio se encontra. Representa maior influência nas situações em que os produtos ou serviços não possuem grandes diferenciais, ou quando existem muitas empresas de tamanhos e forças equivalentes (PORTER, 2009). Essa competição deve prejudicar a lucratividade

do setor, já que a estratégia deverá ser direcionada para os preços (HILL; JONES, 2012).

A competitividade de uma companhia é dependente de diversas variáveis, que podem ou não ser controladas pela empresa. Coutinho e Ferraz (2002) admitem que esse desempenho competitivo depende de três fatores distintos, são eles: fatores internos, fatores estruturais e fatores sistêmicos.

Os fatores estruturais são controlados parcialmente pelas empresas, pois determinam o ambiente competitivo que as mesmas atuam. Englobam os aspectos e preferências do mercado consumidor, a configuração da indústria e as características dos concorrentes. Em relação aos fatores sistêmicos, reconhece-se que as companhias não possuem controle sobre os mesmos. Como exemplo desses, pode-se apontar a legislação, as flutuações cambiais, as taxas de juros, as ações governamentais e os licenciamentos ambientais (COUTINHO; FERRAZ, 2002).

Soliman (2014) afirma que os fatores internos da competitividade são os únicos que a empresa possui exclusivo controle. Entre eles, destacam-se as técnicas de estratégia, gestão, inovação, produção e recursos humanos. Esses processos devem ser executados da maneira mais eficaz possível, e buscam evitar desperdícios, defasagem tecnológica e baixa qualificação do capital humano. Dessa forma, destacam-se o potencial dos gestores em administrar seus negócios e a percepção dos mesmos em relação ao ambiente em que a empresa situa-se.

### **2.3 Ativos intangíveis**

Os recursos que são controlados pela empresa e que contribuem para seu valor econômico podem ser considerados como bens. Também definidos com ativos de uma companhia, espera-se que esses elementos resultem em futuros benefícios econômicos. Por mais ampla que seja a conceituação dos ativos, entende-se que esses são formados por bens físicos, relacionamentos, marcas e conhecimentos. Com o intuito de facilitar a gestão desses fatores, identificam-se dois tipos de ativos, os tangíveis e os intangíveis.

Definidos como os bens substanciais ou corpóreos da empresa, os ativos tangíveis são concretos e facilmente identificados, como por exemplo, os imóveis e as máquinas. Durante muito tempo, apenas esses ativos receberam notoriedade. Mas com os avanços das técnicas da indústria, o interesse pelo estudo e análise dos bens intangíveis progrediu. Confirma-se a importância da influência dos intangíveis, pois segundo Edvinsson (2002), grande parte dos teóricos retrata que os ativos intangíveis possuem participação direta na competitividade empresarial, pois compõe o principal meio de diferenciação entre as empresas.

Os ativos intangíveis são fatores não materiais que devem ser críticos para criação de conhecimento e inovação. Upton (2001) afirma que os intangíveis podem ser desenvolvidos internamente ou obtidos por meio de trocas com outras entidades. Justifica-se que esses ativos são propriedades de posse e devem gerar riqueza para

as empresas.

O fato de não apresentarem materialidade física demonstra a dificuldade da identificação dos intangíveis, mas também representa alguns benefícios. Conforme Lev (2001), os bens intangíveis podem ser utilizados simultaneamente e de diversas formas distintas, diferentemente dos tangíveis, que por possuírem corpo físico, são sempre rivais e apresentam a necessidade de definir o local de onde serão empregados. Ainda exposto pelo autor, os ativos intangíveis possuem a característica estratégica de capacidade de escala. Para aumentar sua produção, a empresa deverá apresentar gastos, ao obter, por exemplo, novas máquinas. No entanto, essa regra não deverá se aplicar aos aspectos intangíveis. Como exemplo, as marcas e as patentes podem ser exploradas sem maiores investimentos, e devem demonstrar benefícios na medida que isso acontece. A singularidade também se destaca como benefício do uso dos intangíveis. Kayo (2002) cita o exemplo de que a marca da Coca-Cola é de domínio de uma única empresa, já as máquinas que produzem os produtos podem ser adquiridas por qualquer outra companhia. Assim, retrata-se que os intangíveis são elementos de difícil aquisição, e possuem características únicas que impossibilitam que os concorrentes façam cópias dos próprios.

Ademais, deve-se entender a relação entre os ativos tangíveis e os intangíveis. Kayo (2002) afirma que os intangíveis são um conjunto estruturado de conhecimento, prática e atitudes da empresa, que ao combinar-se com os tangíveis, poderão fornecer valor para as empresas. Dessa maneira, as diferenças entre esses ativos não devem prejudicar os negócios da empresa, cabe ao gestor que entenda como relacioná-los para atingir maior rendimento.

### 3 | METODOLOGIA

Quanto a sua natureza, o presente estudo fundamenta-se em uma pesquisa aplicada, com o propósito de adquirir conhecimento para alcançar a solução de problemas específicos (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010). O trabalho coleta informações por meio de pesquisa bibliográfica e auxílio de especialistas da área, com o objetivo de desenvolver um diagnóstico que permita a mensuração de empresas de base tecnológicas do setor de energia, de acordo com a influência de seus ativos intangíveis. O método científico utilizado é o indutivo, pois ao analisar sinais diagnosticados em uma fração da população, busca-se encontrar características semelhantes em outros indivíduos do grupo (MIGUEL, 2007). A abordagem, por sua vez, é classificada como qualitativa, não possuindo métodos estatísticos especificados para a análise de dados (MIGUEL, 2010). Quanto ao objetivo, a pesquisa é classificada como descritiva, pelo fato de identificar os ativos intangíveis e relatar sua importância dentro das EBTs do setor de energia, e exploratória, já que abrange levantamento bibliográfico e realiza entrevista com pessoas que possuem experiência na área que

engloba o problema analisado (GIL, 2010). O tipo de procedimento é o bibliográfico, pois é necessário um grande levantamento de bibliografias para aquisição do objetivo proposto. Segundo Marconi e Lakatos (2010), a pesquisa bibliográfica deve acumular todo o conhecimento de obras já elaboradas sobre determinado assunto, incluindo revistas científicas, livros, anais de trabalhos e entre outros.

A pesquisa será realizada com auxílio de gestores de empresas de base tecnológica do setor de energia da região Centro-Oeste do Rio Grande do Sul, sendo este, o cenário do trabalho.

Para alcançar a finalidade determinada, a metodologia da presente pesquisa divide-se em cinco etapas:

Etapa 1: Primeiramente realiza-se o levantamento bibliográfico, onde atinge-se maior entendimento a respeito dos principais fatores expostos no estudo. É válido destacar que para a realização dessa pesquisa, procura-se coletar informações de autores renomados cientificamente, por isso, recorre-se a influentes ferramentas de investigação, como os editoriais ScienceDirect, Scopus e Web of Knowledge.

Etapa 2: Compreendido os principais assuntos que devem servir de base para a realização da pesquisa, é possível realizar a construção da “árvore dos ativos intangíveis”, onde a partir da pesquisa bibliográfica, destaca-se os ativos intangíveis que devem causar maior influência nas atividades das empresas de base tecnológica do setor de energia.

Etapa 3: Seguindo do levantamento dos ativos intangíveis que possuem maior relevância dentro das EBTs do ramo de energia, busca-se a concepção de especialistas da área para validação da “árvore dos ativos intangíveis”. Para isso, realiza-se entrevistas com gestores dessas empresas. Além da avaliação dos especialistas a respeito da decisão do autor, os mesmos devem sugerir novos ativos de influente atuação dentro das empresas de base tecnológica do setor de energia.

Etapa 4: Após a ratificação dos ativos, executa-se a normalização dos mesmos. Nesse momento, realizam-se fases do método AHP, onde os ativos são organizados hierarquicamente, recebem pesos de acordo com sua importância, e calculam-se a atuação dos mesmos dentro das empresas. Nessa fase, o autor deve, novamente, receber o auxílio dos especialistas da área.

Etapa 5: Na quinta fase do estudo, analisam-se os ativos intangíveis de maior influência dentro das empresas de base tecnológica do setor de energia, assim como as demais observações que devem auxiliar os gestores em seu maior entendimento a respeito desses ativos dentro das EBTs de energia.

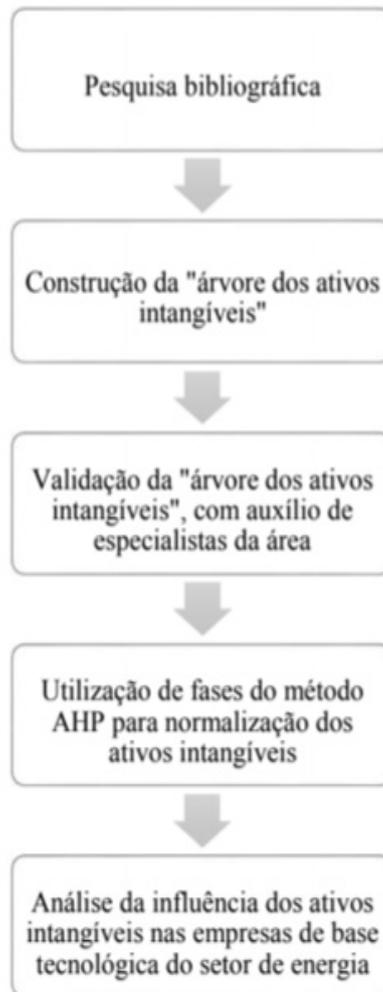


Figura 2: Etapas metodológicas da pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

## 4 | RESULTADOS ESPERADOS

Comprova-se a influência dos ativos intangíveis tanto em empresas de base tecnológica do setor de energia, como em indústrias de diferentes setores e de outras características. Dessa maneira é importante que os gestores de todos tipos de empresas alcancem o entendimento da importância desses ativos.

Os gestores que auxiliaram nesta pesquisa, utilizaram seu conhecimento prático adquirido dentro de suas próprias companhias, desse jeito, com os resultados alcançados pelo trabalho, deverão possuir um entendimento maior em relação aos ativos intangíveis, aplicando esse conhecimento dentro de suas próprias empresas. Mas mais do que isso, espera-se que esse diagnóstico seja um modelo para que outros administradores possam utilizá-lo como forma de identificação e mensuração dos ativos intangíveis atuantes em suas empresas.

## REFERÊNCIAS

CÔRTEZ, M.R. et al. **Cooperação em empresas de base tecnológica: uma primeira avaliação**

**baseada numa pesquisa abrangente. São Paulo em Perspectiva.**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 85-94, jan./mar. 2005.

COUTINHO, L; FERRAZ, J. C. **Estudo da competitividade da indústria brasileira.** 4. ed. Campinas: Papiros e Editora da Unicamp, 2002.

DIAS JÚNIOR, C.M.; LIMA, M.V.A.; DALMAU, M.B.L. **Uma Contribuição ao Desenvolvimento de Indicadores de Desempenho para Ativos Intangíveis Organizacionais.** *Revista de Ciências da Administração*, v. 13, n. 31, p. 11-29, 2011.

EDVINSSON, L. **The new knowledge economics.** *Business Strategy Review*, v. 13, n.3, p. 72- 6, Autumn 2002.

EPE EMPRESA DE PESQUISA DE ENERGIA ELÉTRICA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica**, 2016. Disponível em:<<http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20EI%C3%A9trica%202016.pdf>>. Acesso em: 04 junho. 2017.

FERNANDES, A. C.; CÔRTEZ, M. R.; OSHI, J. **Innovation Characteristics of Small and Medium Sized Technology Based Firms in São Paulo, Brazil: a preliminary analysis.** In: **PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL CONFERENCE OF TECHNOLOGY POLICY AND INNOVATION**, 4. 2000, Curitiba.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HILL, C.W.; JONES, G.R. **Strategic management theory: an integrated approach.** 11. ed. Independence: Cengage Learning 2012, 560p.

IGARASHI, D.C.C.; IGARASHI, W.; HERCOS JUNIOR, J.B.; ZIMMERMANN, M.; REMBOSKI, R.L. **Operacionalização do monitor de ativos intangíveis: um estudo realizado em uma empresa atacadista de Florianópolis.** *Horizonte Científico*, v. 5, n. 1, 2011.

JUGEND, D.; DA SILVA, S.L. **Práticas de gestão que influenciam o sucesso de novos produtos em empresas de base tecnológica.** *Produção*, v. 20, n. 3, p. 335-346, 2010.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia de pesquisa: um guia prático.** Bahia: Via Litterarum Editora, 2010.

KAYO, E. K. **A estrutura de capital e o risco das empresas tangível e intangível-intensivas: uma contribuição ao estudo da valoração das empresas.** 2002. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

LEV, B. **Intangibles: Management, Measurement, and Reporting.** Brookings Institute Press, Washington, DC, 2001.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTÍNEZ, J. B. **El proceso de creación de EIBTs: Ciclo vital e apoyos al desarrollo i crecimiento.** *Creara Fundación San Telmo.* Madrid: ANCES, 2003.

MIGUEL, P. A. C. et. al. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MUSTAR, P., RENAULT, M., COLOMBO, M. G., PIVA, E, FONTES, M., LOCKETT, A., WRIGHT, M., CLARISSE, B., & MORAY, N. **Conceptualising the heterogeneity of research-based spin-offs: a multidimensional taxonomy.** *Research Policy*, 35(2), 289-308. 2006.

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento estratégico: conceito, metodologias e práticas**. 23 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

PEREIRA, L. & PLONSKI, G. A. Bridging the technology gap in Brazil: the case of photonics. **International Journal of Management**, 27(2), 243–253. 2010.

PORTER, M. **Competição**. Rio de Janeiro. Elsevier, 548p. 2009.

RIES, E. **A startup enxuta**: como os empreendedores atuais utilizam a inovação contínua para criar empresas extremamente bem-sucedidas. São Paulo, SP: Lua de Papel, 2012. 288 p.

SATTLER, M. **Edificações e comunidades sustentáveis: atividades em desenvolvimento no NORIE/UFRGS. V Seminário de Transferência y Capacitación para Viviendas de Interés Social**, São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A, 2003.

SILUK, J. C. M; **Modelo de Gestão Organizacional com Base em um Sistema de Avaliação de Desempenho**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SOLIMAN, M. **Avaliação da competitividade em indústrias de transformação de plástico**. 2014. Dissertação (Mestrado em engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

TOLEDO, J. C. et al. **Fatores críticos de sucesso no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produto em empresas de base tecnológica de pequeno e médio porte**. **Gestão & Produção**, v. 15, n. 1, p. 117-134, 2008.

UPTON, W. S. **Business and Financial Reporting, Challenges from the New Economy. Financial Accounting Series – Special Report**. FASB. USA: abril, 2001.

WRIGHT, P. L.; KROLL, M. J.; PARNELL, John. **Administração estratégica: conceitos**. São Paulo: Atlas, 2007.

## APLICAÇÃO DA OTIMIZAÇÃO EM REDES EM UMA EMPRESA DO SETOR AVÍCOLA

### **Luana Teixeira Sousa**

Universidade Federal de Goiás, Departamento de Engenharia de Produção  
Catalão – GO

### **Ananda Gianotto Veiga**

Universidade Federal de Goiás, Departamento de Engenharia de Produção  
Catalão – GO

### **Mariana Ferreira de Carvalho Chaves**

Universidade Federal de Goiás, Departamento de Engenharia de Produção  
Catalão – GO

### **Marcus Vinicius Vaz**

Universidade Federal de Goiás, Departamento de Engenharia de Produção  
Catalão – GO

### **Stella Jacyszyn Bachega**

Universidade Federal de Goiás, Departamento de Engenharia de Produção  
Catalão – GO

**RESUMO:** Com o intuito de satisfazer as necessidades dos clientes, diminuir o tempo de entrega, as rotas e os custos, as organizações necessitam de uma gestão adequada dos fatores que possam influenciar os processos de decisões tomadas por elas. Diante disso, o presente artigo tem como objetivo aplicar o algoritmo do caminho mais curto, utilizando a Otimização em Redes, para otimizar a rota de

uma granja encontrando o caminho mais curto entre a empresa localizada no Centro-Oeste brasileiro até o seu cliente mais distante. A fim de atingir o objetivo proposto, foi realizada uma abordagem de pesquisa quantitativa com procedimento experimental, por meio do uso da modelagem matemática, com o auxílio da ferramenta Solver do Excel®. Para o desenvolvimento deste, seguiu-se como base a perspectiva de Hillier e Lieberman (2010), a qual sugere seis passos que auxiliam no planejamento e procedimentos a serem desenvolvidos. Ao utilizar a técnica apresentada, pode-se observar que o menor caminho obtido entre a empresa e o destino final, o cliente 8, tem a distância mínima de 1052,7 quilômetros. É importante salientar a contribuição do estudo de caminho mais curto aplicado a organizações, e também a colaboração no âmbito acadêmico como fonte bibliográfica de aplicação da técnica da Pesquisa Operacional na realidade de uma empresa de pequeno porte.

**PALAVRAS-CHAVE:** Problema do Caminho Mais Curto, otimização em redes, Pesquisa Operacional, Processo Decisório Logístico, rota.

**ABSTRACT:** With the intent of satisfying the necessities of the clients, reduce the delivery time, routes and costs, organizations need to have a proper management of the factors

that may influence the decision making processes taken by them. Because of it, the following article has the objective of applying the algorithm of the shortest path, using the Optimization of Networks, to optimize the route of one poultry farm finding the shortest way between the company located in the middle-west region of Brazil until its furthest client. With the objective proposed in mind, a quantitative research approach with experimental procedure was realized, through the use of mathematical modeling, with the help of the tool Solver from Excel®. For the development of it, the perspective of Hillier and Lieberman (2010) was followed as a basis, which suggests six steps that help in the planning and procedures to be developed. When using the shown technique, it was able to observe that the shortest path obtained between the company and the final destiny, the client 8, has the minimal distance of 1.052,7 kilometers. It's important to highlight the contribution of the study of shortest path applied to organizations, and as well as the collaboration in the academic sphere as a bibliographic source of application of the technique of Operational Research at the reality of a small size company.

**KEYWORDS:** Problem of the shortest path, optimization of network, Operational Research, logistic decision making process, route.

## 1 | INTRODUÇÃO

A avicultura de postura é caracterizada pela produção de ovos a partir do confinamento de aves previamente selecionadas para esse fim em ambientes controlados. Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA (2016), a produção de ovos em 2015 foi superior a 39,5 bilhões de unidades, sendo que no mundo todo são produzidos cerca de um trilhão de ovos/ano. Dentre os maiores produtores mundiais destacam-se a China com um terço da produção mundial, seguida pelos Estados Unidos, Índia, Japão, México, Rússia e Brasil (ABPA, 2016; GESSULLI AGRIBUSINESS, 2017).

No território nacional, o estado de São Paulo é o maior produtor de ovos, visto que em 2015 foi responsável por 33,24% da produção total do país. Considerando a área de pesquisa deste trabalho, tem-se que Goiás, incluindo o Distrito Federal, produz o equivalente a 3,84%, ocupando a nona (9ª) posição dentre os estados brasileiros em produtividade de avicultura de postura (ABPA, 2016).

Os sistemas logísticos são partes centrais das estratégias competitivas, sendo relevantes para todos os setores. Em vista disto, a logística empresarial promove um melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes, por meio do planejamento, da organização e do controle das atividades de movimentação que possuem como propósito facilitar o fluxo de produtos (BALLOU, 2010). Sendo que esse serviço é medido em termos de disponibilidade de produtos, desempenho operacional na entrega destes e a confiabilidade de serviço relacionada à qualidade da entrega (BOWERSOX; CLOSS, 2007).

A Pesquisa Operacional (PO) tem largo emprego em diversas áreas técnicas de empresas de vários portes. Consiste na aplicação de métodos científicos como em problemas dos setores econômicos, de transportes e materiais, buscando por meio da simplificação de modelos matemáticos apresentar soluções ótimas de emprego dos recursos disponíveis (PASSOS, 2008). Além disso, tem um impacto impressionante na melhoria da eficiência das organizações e, também, contribui para o crescimento da produtividade econômica em diversos países. Tanto a Ásia quanto a Europa possuem federações de PO com o propósito de coordenar as conferências internacionais e publicações, demonstrando a importância do estudo da área (HILLIER; LIEBERMAN, 2010).

Os modelos de Otimização em Redes fornecem uma ferramenta conceitual que facilita a visualização das relações existentes entre componentes do problema proposto. As representações a partir desses modelos são relevantes ao ponto de serem utilizadas em praticamente todos os campos de empreendimentos científicos. São amplamente empregadas em situações de áreas diversas, como distribuição, posicionamento de instalações e planejamento de projetos (HILLIER; LIEBERMAN, 2010; LACHTERMACHER, 2007).

Segundo Ballou (2010), a atividade de transporte deve ser realizada pelas empresas para prover os bens e serviços adquiridos por seus clientes, quando e onde quiserem, com a qualidade e condição física que desejarem, satisfazendo, assim, as exigências dos consumidores. Haja vista as vantagens competitivas que podem ser proporcionadas pela satisfação dos clientes, diminuição dos custos, das rotas e do tempo de entrega, tem-se a seguinte questão de pesquisa: como designar um caminho ótimo para chegar ao cliente mais distante?

O objetivo do presente trabalho é aplicar o modelo de Otimização em Redes, mais especificamente o problema do caminho mais curto, em uma granja localizada no Centro-Oeste brasileiro a fim de determinar o caminho mínimo entre os nós de origem e destino. A presente pesquisa justifica-se pela importância do tema, como pode ser visto nos trabalhos de Alvaia et al. (2017), Diniz et al. (2017), Coelho et al. (2016) e Vasconcelos et al. (2016). Para cumprir o objetivo, segue a estrutura do trabalho: na próxima seção encontra-se a revisão bibliográfica, na terceira seção está situada a metodologia adotada, na quarta seção têm-se os resultados e discussão e, por fim, na quinta seção são apresentadas as conclusões obtidas.

## **2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Modelo de otimização em redes**

As redes aparecem em diversos ambientes de maneiras diferenciadas (HILLIER; LIEBERMAN, 2013), como em oleodutos, gasodutos, redes de esgoto, de água, de energia elétrica, telefônica, entre outros (PASSOS, 2008). A representação em rede

proporciona uma ferramenta conceitual e visual que pode ser útil em quase todos os campos dos empreendimentos científico, social e econômico (HILLIER; LIEBERMAN, 2013), principalmente em casos especiais de programação linear, uma vez que estes são avaliados de maneira mais satisfatória mediante a representação gráfica (LACHTERMACHER, 2009). Dessa forma, a montagem de esquemas em formato de rede é constantemente utilizada para problemas de áreas distintas como produção, distribuição, planejamento de projetos, posicionamento de instalações, administração de recursos e planejamento financeiro (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Rede é uma ilustração esquemática de pontos, vértices, nós ou nodos, que são ligados por linhas, ramos, arestas, ligações ou arcos. Os nós são representados por círculos, em cujo interior é posto um número ou letra para identificá-lo, e simbolizam o início e o fim de uma etapa ou operação. Enquanto que os arcos são caracterizados por setas, que conectam os nós, e representam custos, capacidade de peso, distâncias, tempo etc. (BRONSON, 1985; LACHTERMACHER, 2009; PASSOS, 2008). Além disso, os valores que podem representar capacidade, distância ou tempo são posicionados acima dos arcos (PASSOS, 2008).

Muitas situações relacionadas com a tomada de decisão são classificadas como problemas de rede, tais como: transporte, escala de produção, rede de distribuição, menor caminho, fluxo máximo e caminho crítico (LACHTERMACHER, 2009). Dentre as técnicas citadas, a de menor caminho foi a selecionada para a execução do trabalho.

### *2.1.1 Problema de caminho mais curto*

As questões de menor caminho são casos especiais de problemas de rede, uma vez que as linhas são as distâncias entre dois nós. Nesse algoritmo o objetivo é determinar a rota que une os pontos com a menor distância possível (LACHTERMACHER, 2009). Tal técnica pode ser resolvida por meio do método de Dijkstra, sendo majoritariamente utilizada para distâncias a percorrer, tempo de percurso, custo associado à carga e tonelage a transportar (PASSOS, 2008).

Tendo como objetivo designar o trajeto total mínimo entre dois nós (HILLIER; LIEBERMAN, 2013), o problema de caminho mais curto se resume em uma rede conectada e não direcionada com dois nós especiais, chamados de origem (fonte) e de destino (sumidouro), ligados por uma distância não negativa (BRONSON, 1985; HILLIER; LIEBERMAN, 2013; LACHTERMACHER, 2009). Habitualmente, entre eles há nós intermediários, representando cidades, subestações, dentre outros (LACHTERMACHER, 2009). Contudo, nem todas as aplicações dessa técnica são relacionadas com a minimização da distância percorrida da origem até o destino. Os ramos podem simbolizar atividades, o custo delas ou o tempo de processamento. Assim, pode-se classificar o caminho mais curto em três categorias: minimizar a distância total percorrida; reduzir o custo total de uma sequência de atividades; e diminuir o tempo total de uma sequência de atividades (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

A programação linear pode ser utilizada para obter a solução desse tipo de problema, por meio do método simplex. Desse modo, o modelo apresentará uma função objetivo, as restrições e as condições de não-negatividade (LACHTERMACHER, 2009; PASSOS, 2008). Mesmo que esse método não seja tão eficaz quanto os outros algoritmos especializados para esses tipos de problema, é adequado para impasses de dimensões substanciais. O Excel® pode ser utilizado para a efetuação da modelagem, uma vez que se baseia no método genérico, mais precisamente com a ferramenta Solver (HILLIER; LIEBERMAN, 2013). De acordo com Passos (2008), durante a modelagem devem ser levados em consideração os seguintes pontos:

- $x_{ij}$ : é a variável que descreve a distância do nó  $i$  ao nó  $j$ ;
- Os arcos que chegam a um nó são representados positivamente e os que saem, negativamente. Sendo que, em cada nó, a soma das entradas e saídas é igual à zero;
- Para o primeiro nó a soma da saída deve receber o valor  $-1$  e para o último nó a soma das chegadas recebe o valor  $1$ .

A viagem percorrida entre a origem e o destino é vista como um “fluxo” de 1 caminho selecionado da rede (HILLIER; LIEBERMAN, 2013). Assim, as variáveis assumem valores binários e, levando em consideração que as decisões a serem estabelecidas são voltadas para incluir no caminho os arcos mais adequados, caso o valor dela seja 1, o trecho deve ser percorrido. Porém, nos casos que a variável apresentar valor 0, aquele arco não entrará para a solução (HILLIER; LIEBERMAN, 2013; LACHTERMACHER, 2009).

Assim, Goldberg e Luna (2005), resumem a formulação matemática apresentada na Equação 1:

$$\begin{aligned}
 \text{Minimizar } z &= \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij} \\
 \text{Sujeito a:} & \\
 \sum_{(i=j) \in A} x_{ij} - \sum_{(i=j) \in A} x_{kj} &= \begin{cases} -1 \text{ se } i = o \\ 0 \text{ se } i \neq o \text{ e } i \neq d \\ +1 \text{ se } i = d \end{cases} & (1) \\
 x_{ij} \geq 0 & \quad \forall (i,j) \in A
 \end{aligned}$$

Sendo que  $o$  e  $d$  simbolizam os nós de início e término do caminho e  $c_{ij}$  é a constante que acompanha a variável binária  $x_{ij}$  que representa o sentido da rota de “ $i$ ” para “ $j$ ” (GOLDBARG; LUNA, 2005).

### 3 | METODOLOGIA

Acerca da abordagem, empregou-se a pesquisa quantitativa que observa as informações numericamente, identifica as variáveis e as relaciona por meio

de abordagens matemáticas (CRESWELL, 2010). Quanto aos procedimentos de pesquisa, o seguinte estudo pode ser classificado como experimental, uma vez que, selecionaram-se as variáveis fundamentais capazes de influenciar o estudo, estabelecendo relação de causa e efeito (SANTOS, 2004; FANTINATO, 2015).

A empresa selecionada foi uma granja localizada no Centro-Oeste brasileiro. Criada em 1978, possui o propósito de entregar produtos de qualidade, sempre prezando pela higiene durante todo o seu processo produtivo, além de desenvolver a própria ração para as aves. Detém cerca de oitenta e cinco (85) funcionários e comercializa três tipos de produtos, sendo eles: ovos, galinhas e esterco, com foco na produção de ovos. A granja vem crescendo significativamente ao longo dos anos, atende diversas cidades em estados vizinhos. Realiza entregas para varejistas e representantes comerciais, que em seguida, distribuem os produtos aos consumidores.

A coleta de dados ocorreu por meio de uma entrevista semiestruturada com o proprietário da organização. Buscou-se ter conhecimento de todas as atividades, produtos e processos da empresa para, posteriormente, recolher as informações mais relevantes ao estudo. Os dados relacionados à distribuição logística de ovos para os varejistas são significantes, uma vez que o objetivo da pesquisa é otimizar a rota de entrega da granja. As informações referentes aos pontos de entregas foram coletadas em janeiro de 2018 e utilizou-se a ferramenta Google Maps® para determinar as distâncias relativas.

Os dados coletados foram analisados a partir de uma técnica da Pesquisa Operacional, o algoritmo do caminho mais curto. A essência desse algoritmo é identificar a distância total mínima entre nó de origem da rede até o nó de destino. Fundamentou-se o estudo da PO a partir das fases definidas por Hillier e Lieberman (2010), sendo elas: definir o problema e coletar os dados; formular um modelo matemático para representar o problema; desenvolver um procedimento funcional a fim de solucionar o problema proposto; testar o modelo e aprimorá-lo; preparar para a aplicação contínua do modelo; e implementar. Deve-se salientar que os passos referentes à aplicação do modelo e implementação não foram desenvolvidos, já que é critério do proprietário.

Feita a coleta dos dados relevantes, desenvolveu-se o modelo matemático com o intuito de solucionar o problema de pesquisa. Utilizou-se a planilha eletrônica do MS-Excel® com a ferramenta Solver para a validação do modelo e designação do caminho mais curto entre a granja e seu cliente mais distante.

## **4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Determinação do problema**

A principal atividade da organização selecionada para o presente estudo consiste na distribuição dos ovos produzidos. Caracterizada como uma empresa de pequeno

porte, o presente estudo focou na sua rede logística de varejistas, abrangendo sete cidades que foram representadas pelos nós simbolizados pelos números: 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8. Além disso, a granja, o nó de partida, foi indicada pelo algarismo 1 e o nó de chegada, ou seja, o ponto mais distante, correspondente ao nó de dígito 8. As distâncias entre as cidades foram determinadas com o auxílio do aplicativo Google Maps® e após averiguá-las, utilizou-se a ferramenta Solver do Excel® a fim de obter o caminho mais curto. Os dados situam-se na Tabela 1. É notório que a maior distância encontrada foi entre os nós 6 e 8, totalizando 560 km.

De	Para	Distâncias (km)
1	2	48,7
1	4	428
2	3	179
3	5	356
4	5	280
5	6	90,6
5	7	254
5	8	469
6	8	560
7	8	299

Tabela 1: Distância entre a granja e as cidades de entrega

Fonte: Dados da pesquisa

Com as rotas definidas foi possível representar o modelo em forma de rede, conforme ilustrado na Figura 1 a seguir. Na imagem é notória a ênfase para os nós de partida e de chegada.

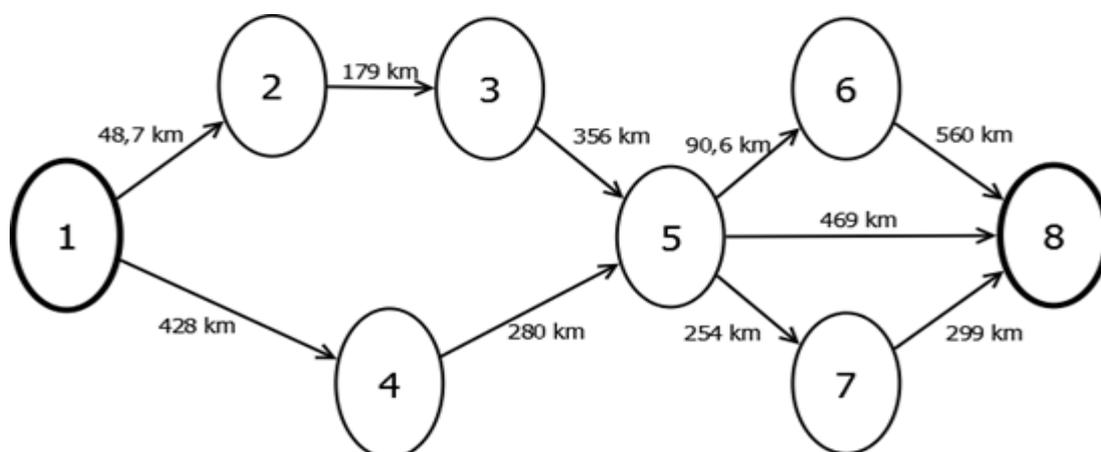


Figura 1: Rede do modelo apresentado

Fonte: Dados da pesquisa

## 4.2 Formulação do modelo matemático para a representação do problema

Com os dados coletados e as possíveis rotas definidas, realizou-se a modelagem do problema de acordo com o modelo de Hillier e Lieberman (2013). Assim, tem-se que as variáveis binárias relacionadas à rede da Figura 1 são:

$X_{12}$  – Granja (1) até Formosa (2) – 48,7 Km.

$X_{14}$  – Granja (1) até Campos Belos (4) – 428 Km.

$X_{23}$  – Formosa (2) até Alvorada do Norte (3) – 179 Km.

$X_{35}$  – Alvorada do Norte (3) até Barreiras (5) – 356 Km.

$X_{45}$  – Campos Belos (4) até Barreiras (5) – 280 Km.

$X_{56}$  – Barreiras (5) até Luís Eduardo Magalhães (6) – 90,6 Km.

$X_{57}$  – Barreiras (5) até Ibotirama (7) – 254 Km.

$X_{58}$  – Barreiras (5) até Irecê (8) – 469 Km.

$X_{68}$  – Luís Eduardo Magalhães (6) até Irecê (8) – 560 Km.

$X_{78}$  – Ibotirama (7) até Irecê (8) – 299 Km.

O intuito é escolher o caminho mais curto entre a granja e a cidade mais longe para a qual a empresa realiza entrega, com isso, a função objetivo é de minimização. Dessa maneira, a função objetivo, apresentada como o somatório dos produtos entre as variáveis binárias e suas respectivas distâncias, é:

$$\text{MIN } Z = 48,7X_{12} + 428X_{14} + 179X_{23} + 356X_{35} + 280X_{45} + 90,6X_{56} + 254X_{57} + 469X_{58} + 560X_{68} + 299X_{78} \quad (2)$$

Assumindo que a origem tem valor igual a 1, o sumidouro é -1 e os nós intermediários apresentam valor igual a 0, tem-se que as restrições do modelo são:

$$\text{Nó 1: } X_{12} + X_{14} = 1$$

$$\text{Nó 2: } X_{12} - X_{23} = 0$$

$$\text{Nó 3: } X_{23} - X_{35} = 0$$

$$\text{Nó 4: } X_{14} - X_{45} = 0$$

$$\text{Nó 5: } X_{35} + X_{45} - X_{56} - X_{57} - X_{58} = 0 \quad (3)$$

$$\text{Nó 6: } X_{56} - X_{68} = 0$$

$$\text{Nó 7: } X_{57} - X_{78} = 0$$

$$\text{Nó 8: } -(X_{58} + X_{68} + X_{78}) = -1$$

Sendo a restrição de não-negatividade representada pela Equação 4:

$$X_{12}; X_{14}; X_{23}; X_{35}; X_{45}; X_{56}; X_{57}; X_{58}; X_{68}; X_{78} \geq 0 \quad (4)$$

Após o modelo matemático ser formulado, utilizou-se a ferramenta Solver® para a modelagem do problema.

### 4.3 Resolução do problema pelo solver

Ao especificar o objetivo de minimizar a distância total do caminho mais curto no Solver, assumindo variáveis irrestritas não-negativas e selecionando o método de solução LP Simplex, avaliou-se os resultados obtidos. Notam-se na Tabela 2 as colunas De e Para, estas representam as ligações entre os nós de partida e os nós de chegada, respectivamente. Percebe-se que na coluna Rota Seleccionada há dois tipos de valores, 0 e 1 (números binários), sendo que quando o valor atribuído é 0, não há seleção do arco, ou seja, o caminho não é utilizado. No entanto, quando o número apresentado é 1, o caminho é selecionado. Assim foi possível obter o caminho mais curto entre a origem e o sumidouro. Além disso, a distância total de todo o trajeto foi determinada como pode ser visualizado a seguir:

De	Para	Distância (km)	Rota selecionada
1	2	48,7	1
1	4	428	0
2	3	179	1
3	5	356	1
4	5	280	0
5	6	90,6	0
5	7	254	0
5	8	469	1
6	8	560	0
7	8	299	0
Distância total			1052,7

Tabela 2: Resultados provenientes do Solver

Fonte: Dados de pesquisa

Como mencionado por Hillier e Lierberman (2013), o fluxo líquido é 1 na origem, -1 no destino e 0 em todos os outros nós. Assim, ao aplicar tal definição a este caso, o produto que tem como origem a granja (1) deve ser transportado até o ponto mais distante (8), sem perda de carga durante o caminho. Além disso, a coluna Fluxo Líquido corresponde ao LHS das restrições e a coluna de Oferta/Demanda, o RHS, como pode ser notada na Tabela 3.

Nós	Fluxo Líquido	Oferta/Demanda
1	1	1
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	-1	-1

Tabela 3: Resultados proporcionados pelo Solver

Fonte: Dados da pesquisa

Com a aplicação do Solver obteve-se a rota com a distância mínima entre a granja (1) e a cidade mais longe (8), caracterizando a solução ótima. Ela consiste na seguinte ordem dos nós: 1 para 2 (48,7 km), 2 para 3 (179 km), 3 para 5 (356 km) e 5 para 8 (469 km) totalizando um percurso de 1052,7 quilômetros. Dessa forma, pode-se averiguar na Figura 2 a solução ótima e o respectivo caminho mínimo em destaque:

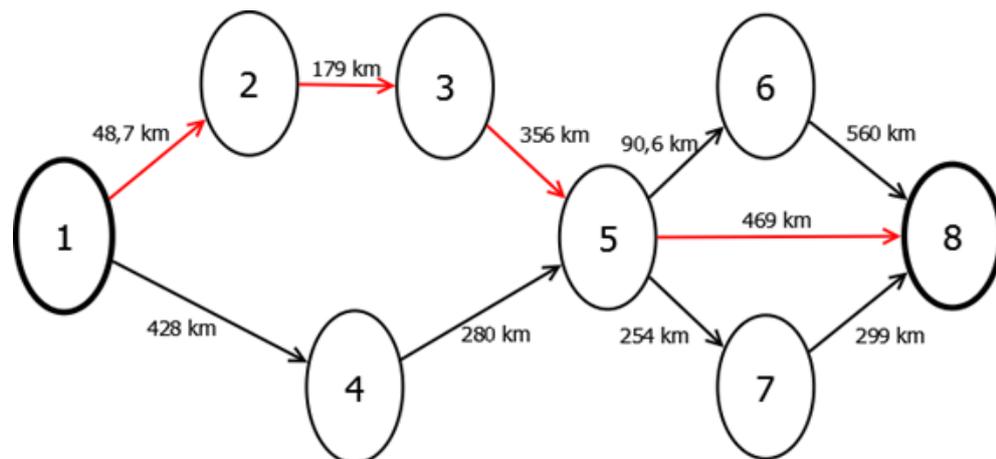


Figura 2: Rede com o caminho mínimo

Fonte: Dados da pesquisa

## 5 | CONCLUSÃO

Durante a identificação da problemática, elaboração do modelo e análise dos resultados ficou evidente a interdisciplinaridade da Pesquisa Operacional. A observação dos trajetos a serem percorridos e a escolha da melhor rota constataram a relação da logística com a situação proposta. Essa área aborda o planejamento, a administração e o transporte desde a aquisição da matéria-prima até o consumidor. Assim, é eminente uma boa gestão da cadeia logística, a fim de contribuir para um desempenho satisfatório da empresa.

O objetivo deste estudo foi aplicar a uma granja localizada no Centro-Oeste

brasileiro o modelo de Otimização em Redes para determinar o caminho mais curto entre dois nós, o de origem e o de destino. Tais nós foram apresentados em uma rede de nós conectados, proporcionando à empresa um trajeto mínimo, como o propósito inicial, e conseqüentemente melhorando o sistema logístico da empresa. Conforme a solução ótima obtida, observou-se que a distância entre a granja e o seu cliente mais distante foi de 1052,7 quilômetros.

O presente artigo evidencia no âmbito empresarial como o método do caminho mais curto aplicado a organizações pode propor melhorias no setor logístico e no processo decisório das empresas, beneficiando com a redução dos trajetos, dos custos e do tempo de entrega, promovendo uma maior satisfação dos clientes. Já no contexto acadêmico, o estudo contribui como base sobre a aplicação deste método a uma empresa de pequeno porte e enfatiza a importância científica interdisciplinar do mesmo.

Como sugestão para pesquisas futuras, essa metodologia poderá ser aplicada para problemas semelhantes, utilizando o problema do caixeiro viajante, a fim de minimizar a distância total da rota, ou seja, conectar os nós de uma rede, usando o trajeto total mais curto de ramos conectores.

## REFERÊNCIAS

ALVAIA, Tayane Magalhaes et al. Desenvolvimento do menor caminho para a melhoria das linhas de ônibus em um bairro no município de Aracaju-SE. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção- ENEGEP, 37., 2017, Joinville. **Anais eletrônicos...** Joinville: ABEPRO, 2017. p. 1 - 15. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_243\\_407\\_33064.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_243_407_33064.pdf)>. Acesso em: 09 jan. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA. **Relatório Anual 2016**. 16. ed. [S.l.]: ABPA, 2016. 136 p. Disponível em: <[http://abpa-br.com.br/storage/files/versao\\_final\\_para\\_envio\\_digital\\_1925a\\_final\\_abpa\\_relatorio\\_anual\\_2016\\_portugues\\_web1.pdf](http://abpa-br.com.br/storage/files/versao_final_para_envio_digital_1925a_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web1.pdf)>. Acesso em: 16 jan. 2018.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. Tradução Hugo Yoshizaki. Brasil: Atlas, 1993. 388 p. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/26159198/logistica-empresarial---ronald-ballou---livro-completo>>. Acesso em: 01 jan. 2018.

BRONSON, Richard. **Pesquisa Operacional**. Tradução Pinto Bravo. Revisão técnica Marco Aurélio P. Dias. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

BULLER, Luz Selene. **Logística empresarial**. Curitiba: IESDE Brasil, 2012. 126 p. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/6206805/logistica-empresarial>>. Acesso em: 01 jan. 2018.

COELHO, Débora Alves et al. Otimização em redes utilizando o algoritmo do caminho mínimo para roteirização em um centro de distribuição. In: Simpósio de Engenharia de Produção - SIMPEP, 23., 2016, Bauru. **Anais eletrônicos...** Bauru: UNESP – CB, 2016. p. 1 - 13. Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/abrir\\_arquivo\\_pdf.php?tipo=artigo&evento=11&art=762&cad=25018&opcao=com\\_id](http://www.simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo_pdf.php?tipo=artigo&evento=11&art=762&cad=25018&opcao=com_id)>. Acesso em: 13 fev. 2018.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 296 p.

DINIZ, Iago Mesquita Naves et al. Aplicação do problema do caminho mais curto em uma empresa

do setor alimentício. In: Simpósio de Engenharia de Produção - SIMPEP, 24., 2017, Bauru. **Anais eletrônicos...** Bauru: UNESP – CB, 2017. p. 1 - 13. Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/abrir\\_arquivo\\_pdf.php?tipo=artigo&evento=12&art=440&cad=182&opcao=com\\_id](http://www.simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo_pdf.php?tipo=artigo&evento=12&art=440&cad=182&opcao=com_id)>. Acesso em: 09 jan. 2017.

FANTINATO, Marcelo. **Métodos de Pesquisa**. [S.l.: s.n.], 2015. 50 slides, P&B. Disponível em: <<http://each.uspnet.usp.br/sarajane/wp-content/uploads/2015/09/Métodos-de-Pesquisa.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

GESSULLI AGRIBUSINESS. **Boas Práticas de Produção nas granjas de ovos comerciais**. 2017. Disponível em: <<https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/boas-praticas-de-producao-nas-granjas-de-ovos-comerciais/20161219-192423-o168>>. Acesso em: 23 dez. 2017.

GOLDBARG, Cesar Marco; LUNA, Henrique Pacca L. **Otimização combinatória e programação linear: Modelos e algoritmos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 6ª Reimpressão.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à pesquisa operacional**. Tradução Ariovaldo Griesi. Revisão técnica Pierre J. Ehrlich. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. 1005 p.

LACHTERMACHER, Gerson. **Pesquisa operacional na tomada de decisões: modelagem em Excel**. Rio de Janeiro: Elsevier: 2007.

PASSOS, Eduardo José Pedreira Franco dos. **Programação linear como instrumento da pesquisa operacional**. São Paulo: Atlas, 2008.

SANTOS, Antônio Raimundo dos. **Metodologia científica: a construção do conhecimento**. 6. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2004. 168 p.

VASCONCELOS, Sarah Aragão et al. Aplicação do problema do caminho mais curto para otimização de rota de um frigorífico. In: Simpósio de Engenharia de Produção - SIENPRO, 1., 2017, Catalão. **Anais eletrônicos...** Catalão: UFG – RC, 2017. p. 1 - 10. Disponível em: <[http://sienpro.catalao.ufg.br/up/1012/o/Sarah\\_Aragão\\_Vasconcelos.pdf](http://sienpro.catalao.ufg.br/up/1012/o/Sarah_Aragão_Vasconcelos.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2018.

## COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS DE FORECASTING PARA SÉRIES SAZONAIS: UMA APLICAÇÃO PARA PREVISÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR EM SANTA MARIA – RS

**Liane Werner**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Departamento de Estatística  
Porto Alegre - RS

**Cleber Bisognin**

Universidade Federal de Santa Maria  
Departamento de Estatística  
Santa Maria - RS

**RESUMO:** Em tempos de globalização, a busca contínua pela eficiência se tornou necessária. Técnicas de previsão auxiliam na tomada de decisões em atividades que precisam de planejamento e avaliação constante. Com relação a fenômenos climáticos não é diferente, pois prever seu comportamento é a base para o desenvolvimento de diversos setores. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo comparar dois modelos e três métodos de combinação de previsões para encontrar a técnica mais acurada e assim prever a Umidade Relativa do Ar Mensal de Santa Maria, RS. Os modelos base são: SARFIMA e suavização exponencial. Os métodos combinação de previsão, obtidos a partir dos modelos base, são: média aritmética, variância mínima e regressão linear. As medidas de acurácia utilizadas foram RSME, MAPE e coeficiente U de Theil. Dado que a série do estudo apresenta característica de

longa dependência e sazonalidade foi estimado o modelo  $SARFIMA(0,d,0) \times (0,D,0)_{12}$  com d estimado igual a 0,4104 e com D estimado igual a 0,3756. Estimou-se também o modelo Holt-Winters com o parâmetro estimado em 0,1825, o em 0,0034 e o em 0,2122. Na comparação entre os dois modelos base, modelo SARFIMA foi o mais acurado, visto que as três medidas de acurácia foram todas menores. Já comparando todas as técnicas de previsão do estudo, o método de combinação por regressão apresentou as melhores medidas de acurácia. Sendo assim, o referido método de combinação foi utilizado para obter as previsões de janeiro a dezembro de 2018

**PALAVRAS-CHAVE:** Forecasting, Combinação de Previsões, Séries Temporais, Umidade do Ar.

**ABSTRACT:** In times of globalization, the pursuit of efficiency has become necessary. Forecasting techniques help in making decisions in activities that need constant planning and evaluation. With respect to climatic phenomena is no different, since to predict its behavior is the basis for the development of several sectors. Thus, this work aims to compare two models and three methods of combination of predictions to find the most accurate technique and thus predict the Relative Humidity of the Monthly Air of Santa Maria, RS. The base models are:

SARFIMA and exponential smoothing. The prediction combination methods are: arithmetic mean, minimum variance and linear regression, which were obtained from the base models. The accuracy measures used were RSME, MAPE and Theil's U coefficient. Given that the study series presents a characteristic of long dependence and seasonality, the SARFIMA(0, d, 0)×(0, D, 0)<sub>12</sub> model was used with d estimated at 0.4104 and with estimated D at 0.3756 and the Holt-Winters model with the  $\alpha$  parameter estimated at 0.1825, the  $\beta$  at 0.0034 and the  $\beta$  at 0.2122. In the comparison between the two base models, the SARFIMA model was the most accurate, since the three measures of accuracy were all smaller. Comparing all the prediction techniques of the study, the regression combination method presented the best measures of accuracy. Therefore, said combination method was used to obtain forecasts from January to December 2018.

**KEYWORDS:** Forecasting, combination of forecasts, Time Series, Air Humidity.

## 1 | INTRODUÇÃO

Em tempos passados, com menor intensidade da concorrência, não se fazia necessária a busca contínua pela eficiência, justificado pelo fato de o mercado absorver ineficiências e aceitar preços relativamente altos (BORNIA, 2010). No meio globalizado em que vivemos este cenário mudou e a busca por melhorias é indispensável. As técnicas de previsão auxiliam a tomada de decisões em atividades que precisam de planejamento e avaliação constante, além de propiciarem a redução da incerteza por parte dos elos envolvidos numa determinada área de interesse (CARVALHO et al., 2016). Segundo os autores, entender os comportamentos climáticos de uma determinada região é de suma importância para o desenvolvimento de diversos setores da atividade humana; por exemplo, o setor agrícola, ambiental ou econômico.

Uma forma de se obter previsões é por meio dos clássicos modelos de suavização exponencial, tais modelos assumem que os valores extremos da série representam a aleatoriedade e, através da suavização desses extremos pode-se identificar o padrão básico, para então usá-lo e prever valores futuros da série. Em séries temporais que, além de uma tendência linear, apresentam a componente de sazonalidade, é possível ajustar modelos de Holt-Winters. Se o componente de sazonalidade não aumenta sua amplitude ao longo do tempo, é indicado um modelo aditivo, caso contrário, sugere-se um modelo multiplicado (MAKRIDAKIS et al., 1998).

Em muitos campos, tal como clima ou finanças, há fortes evidências de que há uma dependência não desprezível entre o valor do presente e todos os pontos no passado e que esta dependência desempenha um papel significativo na habilidade de prever (GRAVES et al, 2017). De acordo com Trevisan et al. (2000), os modelos ARIMA (p,d,q), incluem o parâmetro d, um inteiro que estabelece o nível de diferenciações necessárias para tornar uma série temporal estacionária. Em 1980 Granger e Joyeux e em 1981 Hosking propuseram uma generalização desta modelagem em relação ao

parâmetro  $d$ , podendo este assumir graus de diferenciação fracionários, no intervalo  $(0,1)$ . Os modelos ARFIMA  $(p, d, q)$  - modelos auto regressivos fracionalmente integrados de média móvel - são conhecidos como modelos de longa dependência. Eles têm aplicações muito mais amplas, pois podem capturar dependências de curto prazo e de longo prazo (LIU et al. 2017). Conforme Bisognin (2007), algumas séries temporais, além da propriedade de longa dependência, apresentam também sazonalidade e para estudar estas séries temporais Porter-Hudak em 1990 iniciou a proposição do modelo SARFIMA $(p,d,q) \times (P,D,Q)_s$ .

Conforme Werner; Ribeiro (2006), muitos são os métodos de previsão, contudo, a grande maioria desses métodos analisa as informações utilizando uma única técnica de previsão, como modelos de suavização exponencial ou ARFIMA. Contudo a utilização de várias técnicas permite abranger a maior quantidade de informações disponíveis, podendo tornar as previsões mais acuradas. Uma alternativa muitas vezes apresentada com bem-sucedida em relação às técnicas de previsão individuais é a combinação de previsões. Segundo Costantini e Pappalardo (2010), este método consiste em utilizar um mecanismo para captar os diversos fatores que influenciam cada técnica de previsão individual usada como base de obtenção da previsão combinada. Muitos estudos dispõem em seus resultados que, as diversas combinações de previsões avaliadas apresentaram acurácia superior à das previsões individuais (CLEMEN, 1989; COSTANTINI; PAPPALARDO, 2010; MUNIROH et al. 2017).

Face ao exposto, este estudo tem como objetivo encontrar a técnica mais acurada para prever a Umidade Relativa do Ar Mensal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Para tal, será feito uso do modelo *Holt-Winters*, do modelo SARFIMA e métodos de combinação de previsões.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados os modelos SARFIMA $(p,d,q) \times (P,D,Q)_s$  e suavização exponencial usados para realizar o estudo de caso. Além destes dois modelos, serão apresentados os três métodos de combinação de previsões.

**Definição 1:** Seja  $\{X_t\}_{t \in \mathbb{Z}}$  te um processo estocástico satisfazendo a equação (1).

$$\phi(B)\Phi(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D(X_t - \mu) = \theta(B)\Theta(B^s)\varepsilon_t \quad (1)$$

onde  $\mu$  é a média do processo,  $\{\varepsilon_t\}_{t \in \mathbb{Z}}$  é um processo ruído branco,  $s \in \mathbb{N}$  é a sazonalidade,  $B$  é o operador defasagem de retardo, isto é,  $B^j(X_t) = X_{t-j}$  e  $B^{sj}(X_t) = X_{t-sj}$ , para  $j \in \mathbb{N}$  e  $\phi, \theta, \Phi, \Theta$  são os polinômios de ordem  $p, q, P$  e  $Q$ , respectivamente, definidos pelas equações (2) e (3).

$$\phi(z) = \sum_{\ell=1}^p (-\phi_{\ell})z^{\ell}, \quad \theta(z) = \sum_{m=1}^q (-\theta_m)z^m, \quad (2)$$

$$\Phi(z) = \sum_{r=1}^P (-\Phi_r)z^r, \quad \Theta(z) = \sum_{l=1}^Q (-\Theta_l)z^l, \quad (3)$$

com  $\phi_{\ell}, 1 \leq \ell \leq p, \theta_m, 1 \leq m \leq q, \Phi_r, 1 \leq r \leq P$  e  $\Theta_l, 1 \leq l \leq Q$  constantes reais e  $\phi_0 = \Phi_0 = -1 = \Theta_0 = \theta_0$ . Então,  $\{X_t\}_{t \in \mathbb{Z}}$  é um processo sazonal auto-regressivo fracionariamente integrado de média móvel de ordem  $(p,d,q) \times (P,D,Q)_s$  com sazonalidade  $s$ , denotado por SARFIMA $(p,d,q) \times (P,D,Q)_s$ , onde  $d$  e  $D$  são, respectivamente, o grau de diferenciação e o grau de diferenciação sazonal.

Para a estimação dos parâmetros dos processos SARFIMA  $(p,d,q) \times (P,D,Q)_s$  foi utilizado o estimador de verossimilhança aproximado de Whittle, que foi proposto pelo autor em 1951 e é baseado em Cadeias de Markov.

Seja  $\{X_t\}_{t \in \mathbb{Z}}$  um processo SARFIMA $(p,d,q) \times (P,D,Q)_s$ , causal e inversível definido na equação (1), com média igual a zero e sazonalidade  $s$ . Então, para todo  $h \geq 1$ , a previsão de erro quadrático médio mínimo é dada pela equação (4).

$$\hat{X}_n(h) = \sum_{k \in \mathbb{N}} \pi_k \hat{X}_n(h - k), \quad (4)$$

onde: os coeficientes  $\{\pi_k\}_{k \in \mathbb{Z}_+}$  são os coeficientes da representação autoregressiva infinita (BISOGNIN; LOPES, 2009).

Para maiores detalhes sobre estes modelos, tais como a expressão da função densidade espectral, seu comportamento próximo às frequências sazonais, a estacionariedade, a dependência intermediária e longa e a função de autocovariância, ver Bisognin; Lopes (2009).

Os modelos de suavização exponencial são os mais utilizados frente a outras técnicas de previsão devido a sua simplicidade e facilidade de ajustes além da boa acurácia (PELLEGRINI, 2000). Assumindo que os valores extremos da série são flutuações aleatórias, o propósito destes modelos é identificar um padrão básico (MORETTIN; TOLOI, 2006). Estes modelos valorizam mais os últimos valores observados na série temporal através da ponderação exponencial dos mesmos, de acordo com a proximidade ao período da previsão  $h$ . Os métodos mais tradicionais de suavização exponencial são: (i) a suavização exponencial simples, para séries que apresentam apenas variações em torno de um nível; (ii) o modelo linear de *Holt*, para as séries que apresentam a componente de tendência e (iii) os modelos de *Holt-Winters*, quando a série apresenta tanto o componente de tendência quanto o componente

sazonal (MAKRIDAKIS, et al., 1998).

Considere uma série temporal  $\{X_t\}_{t=1}^n$ , com período  $s$  e  $n$  o tamanho da série temporal. No caso dos modelos de Holt-Winters para efeitos sazonais aditivos, considerando que tal série é formada pela soma do nível, tendência, um fator sazonal e um erro aleatório, conforme equação (5).

$$X_t = L_t + T_t + S_t + \varepsilon_t, \text{ para } t = 1, \dots, n. \quad (5)$$

As estimativas do nível da série no tempo  $t$ , denotado por  $L_t$ , da tendência, denotada por  $T_t$  e do fator sazonal, denotado por  $S_t$ , são dadas, respectivamente pelas expressões de (6) a (8)

$$L_t = \alpha(X_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}), \quad (6)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}, \quad (7)$$

$$S_t = \gamma(X_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s}, \quad (8)$$

onde:  $\alpha$  é o coeficiente de ponderação exponencial do nível ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ),  $\beta$  é o coeficiente de ponderação exponencial da tendência ( $0 \leq \beta \leq 1$ ) e  $\gamma$  é o coeficiente de ponderação exponencial do fator sazonal ( $0 \leq \gamma \leq 1$ ).

As previsões  $h$  passos à frente, para  $h = 1, 2, \dots$ , são dadas por (9)

$$\hat{X}_n(h) = L_t + hT_t + S_{t-s+h} \quad (9)$$

A notação  $\hat{X}_n(h)$  indica a previsão de origem  $n$  e horizonte  $h \geq 1$ .

Buscando melhorar a acurácia das previsões, um método comumente utilizado é a combinação de previsões (COSTANTINI; PAPPALARDO, 2010). Este método consiste em utilizar um mecanismo para captar os diversos fatores que afetam cada técnica de previsão individual usada como base de obtenção da previsão combinada (CLEMEN, 1989).

O método da variância mínima, proposto por Bates; Granger (1969) consiste em realizar a combinação linear de duas previsões com diferentes pesos. Neste método a combinação das previsões é obtida atribuindo-se um peso para cada uma das previsões individuais que serão combinadas. Sua estrutura é apresentada conforme equação (10).

$$F_c = wF_1 + (1 - w)F_2, \quad (10)$$

onde:  $w$  é o peso atribuído a previsão de menor variância e  $F_1$  e  $F_2$  são as previsões individuais a serem combinadas.

Para a obtenção dos pesos descritos na equação (10) é interessante atribuir menor peso às previsões de maior variabilidade nos erros absolutos e considerar a correlação existente entre os erros absolutos das duas previsões individuais realizadas. Os pesos são obtidos conforme equação (11).

$$w = \frac{\sigma_2^2 - \rho\sigma_1\sigma_2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2}, \quad (11)$$

onde  $\rho$  é o valor da correlação linear entre os erros das previsões obtidas em  $F_1$  e  $F_2$ ,  $\sigma_1^2$  é a variância dos erros de previsão de  $F_1$  e  $\sigma_2^2$  é a variância dos erros de previsão de  $F_2$ .

Dentre os métodos de combinação, o método mais popular de combinação de previsões individuais é a média aritmética, pois além de ser um dos métodos mais conhecidos é fácil de calcular. Segundo Menezes et al. (2000), uma resposta associada ao sucesso da média consiste na possibilidade que os pesos sejam instáveis ao longo do tempo na matriz de covariância dos erros das previsões individuais.

Um fato que chamou a atenção de Granger et al. (1984) é que a combinação de previsões poderia ser uma forma estruturada de regressão, utilizando o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), tendo a predição (valor dentro da amostra) combinada como variável resposta e as previsões individuais como variáveis explicativas.

Por fim, de acordo com Makridakis et al (1998), a palavra acurácia refere-se à habilidade do modelo ou da combinação em reproduzir os dados que já são conhecidos (qualidade do ajuste). Porém para optar qual técnica de previsão - individual ou combinação - é a melhor, faz-se necessário obter medidas de acurácia. Dentre as existentes, as mais utilizadas são: o MAPE (erro percentual absoluto médio) e a RMSE (a raiz quadrada do erro quadrático médio). Também foi utilizado, para análise o coeficiente U de Theil que analisa a qualidade das previsões, sendo que, quanto mais próximo de zero significa que o erro de previsão, gerada por determinado modelo ou combinação, é menor que da previsão ingênua. Valores iguais ou superiores a um indicam que não há porque usar a técnica aplicada, pois qualquer método simples daria melhores resultados (MAKRIDAKIS et al., 1998).

### 3 | METODOLOGIA

Os dados são provenientes do BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa mantido pelo INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (<http://www.inmet.gov.br>). O BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, é um banco de dados para apoiar as atividades de ensino e pesquisa e outras aplicações como meteorologia, hidrologia, meio ambiente, entre outros. Serão utilizadas as 195 observações mensais regularmente disponíveis, da série temporal da umidade relativa do ar mensal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, de outubro de 2001 a dezembro de 2017. Os dados foram acessados em 05/03/2018. O uso deste período se deve ao fato de este período de dados estar completo de forma contínua (sem dados faltantes) que se encontra na internet e que foram encontrados pelos autores.

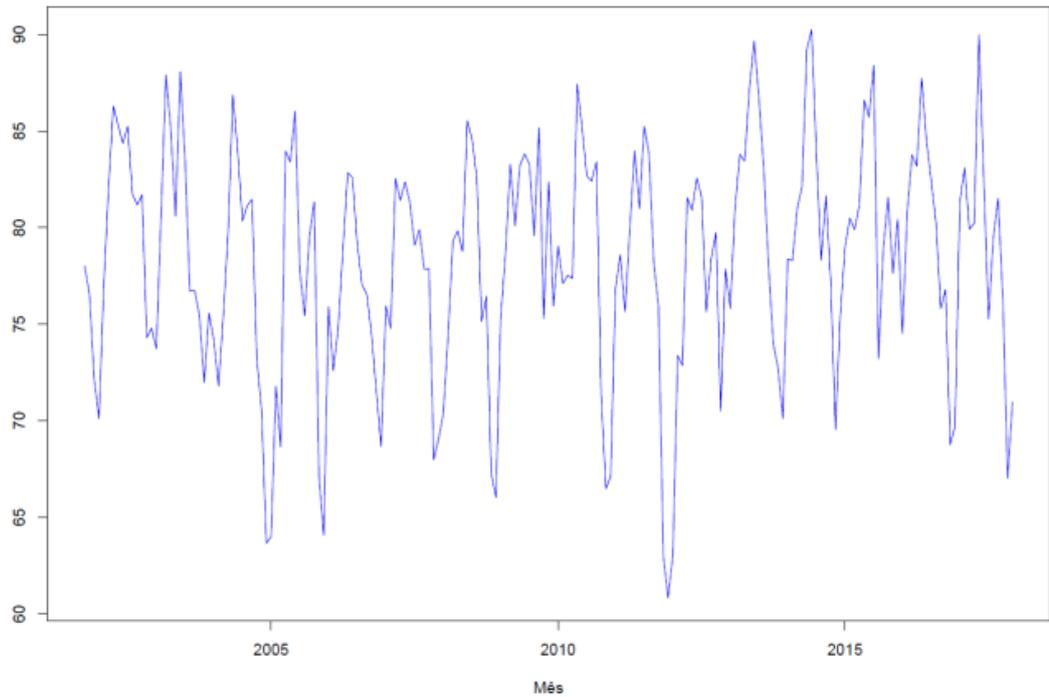
As rotinas de estimação dos parâmetros do modelo e previsão utilizando os modelos SARFIMA( $p,d,q$ ) $\times$ ( $P,D,Q$ )<sub>s</sub> serão implementadas pelos autores no *software Microsoft R Open* 3.4.3. Para os modelos de suavização exponencial será utilizada a rotina *HoltWinters*, do mesmo *software*. A função tenta encontrar valores ótimos para  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ , e/ou  $\delta$ , e/ou  $\epsilon$  minimizando o erro quadrado de previsão de um passo à frente quando nenhum dos parâmetros de suavização é informado pelo usuário. Uma vez que os parâmetros dos modelos são estimados, os resíduos do modelo serão analisados por meio da aplicação do teste de Box-Pierce, que examina se os resíduos são não correlacionados. Para isto, será utilizada a rotina *Box.test*.

Definidos os modelos e estimados os seus parâmetros, serão aplicadas as técnicas de combinação de média aritmética, variância mínima e por regressão, implementadas no *software Microsoft R Open* pelos autores.

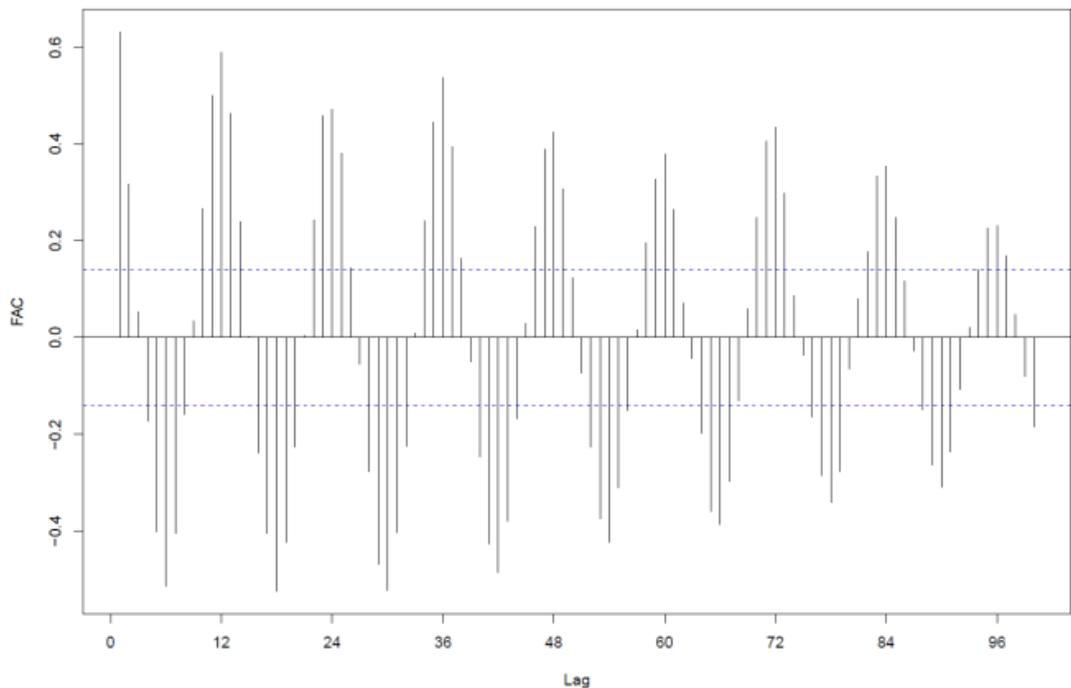
A verificação da acurácia da técnica ou modelo a ser escolhido para realizar as previsões para o período de janeiro a dezembro de 2018, será por meio do RMSE (raiz quadrado da média dos erros quadráticos), pelo MAPE (média dos erros percentuais absolutos) e pelo U de Theil. As medidas foram calculadas utilizando-se a rotina *accuracy* do pacote *forecast* do *software Microsoft R Open*.

### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O interesse na realização do estudo é encontrar uma técnica adequada para prever a Umidade Relativa do Ar Mensal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, de janeiro a dezembro de 2018. A Figura 1 apresenta o gráfico da série temporal do estudo no período de outubro de 2001 a dezembro de 2017 e sua respectiva função de autocorrelação amostral (FAC) para 100 períodos de defasagem (lag). Ao observar os itens (a) e (b) da Figura 1, percebe-se a presença de sazonalidade e no item (b) a presença de longa dependência.



(a) Série temporal



(b) FAC

Figura 1 - Série temporal e FAC da Umidade Relativa do Ar Mensal de Santa Maria, RS

Fonte: Elaborada pelos autores.

Após uma análise descritiva da série e sua FAC, foram ajustados à Série Temporal da Umidade Relativa do Ar Mensal de Santa Maria, os modelos que SARFIMA e Holt-Winters conforme segue abaixo.

**Modelo 1:** Modelo SARFIMA  $(p,d,q) \times (P,D,Q)_s$ : de acordo com os critérios de informação de Akaike ( $AIC=555,35$ ) e Bayesiano ( $BIC=2494,59$ ) e pela log-verossimilhança ( $\log\text{-like}=1765,034$ ), foi selecionado o modelo SARFIMA  $(p,d,q) \times (P,D,Q)_s$ , com  $p, d, q, P, D, Q, s$  e  $s$ . Realizando o teste de resíduos de Box-Pierce resultou em um

p-valor=0,3559 (lag = 15), e analisando as funções de autocorrelação amostral e autocorrelação parcial amostral, verificou-se a adequabilidade do modelo. Também foi realizado o teste de Shapiro-Wilk, para verificar a normalidade dos resíduos, sendo o p-valor resultante igual a 0,9106.

**Modelo 2:** Modelo de Suavização Exponencial (Aditivo): as estimativas para os parâmetros do modelo são:  $\hat{w}$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$ . Vale ressaltar que no modelo aditivo, a amplitude da variação sazonal da série permanece inalterada ao longo do tempo. Para o teste de resíduos de Box-Pierce o p-valor foi igual a 0,6348. O teste de Shapiro-Wilk retornou o p-valor de 0,7185, indicando a normalidade dos resíduos.

Após o ajuste dos modelos SARFIMA(p,d,q)×(P,D,Q)<sub>s</sub> e Holt-Winters (considerando ciclo sazonal aditivo), passou-se a obtenção dos peso  $w$  pelo método de variância mínima e a estimativa dos coeficientes da combinação pelo método de regressão. Na Tabela 1 encontra-se o referido peso e os coeficientes da combinação pelo método de regressão, utilizando o método dos Mínimos Quadrados Ordinários.

$\hat{w}$	$\beta_1$	$\beta_2$	R <sup>2</sup>
0,786	0,787	0,213	0,999

Tabela 1 - Modelos de combinação de previsão:  $\hat{w}$  é a estimativa do peso atribuído à previsão de menor variância, no método de variância mínima;  $\beta_1$  e  $\beta_2$  são as estimativas dos coeficientes pelo método de regressão e  $R^2$  o ajustado

Fonte: Elaborada pelos autores.

O cálculo das previsões (dentro da amostra) dos modelos e suas respectivas combinações possibilitou a avaliação da acurácia, feita por meio do RMSE, MAPE e U de Theil. A Tabela 2 apresenta as medidas de acurácia das previsões utilizando os Modelos 1 e 2 ajustados. Observa-se que o Modelo 1 apresentou menores medidas de acurácia do que o Modelo 2.

Modelos	RMSE	MAPE	U-Theil
Modelo 1	3,0876	3,2168	0,0197
Modelo 2	3,9872	4,1028	0,0254

Tabela 2 - Medidas de acurácia dos modelos 1 e 2 para a série temporal da Umidade Relativa do Ar Mensal de Santa Maria, RS

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Tabela 3 apresenta as medidas de acurácia RMSE, MAPE e U de Theil para as combinações de previsões por variância mínima, média aritmética e regressão linear pelo método dos mínimos quadrados.

A combinação de previsão por regressão linear apresentou menores medidas de acurácia, a combinação de previsão por variância mínima apresentou igual U de

Theil a combinação de previsão por regressão linear. Cabe ressaltar que, as previsões de ambos os modelos e todas as combinações de previsão apresentaram valor da estatística de U de Theil muito próxima de zero, indicando que todas as previsões possuem menor erro de previsão que a chamada previsão ingênua.

Concluindo a análise da série temporal da Umidade Relativa do Ar Mensal de Santa Maria, Rio Grande do Sul encontrou-se que as medidas de acurácia da combinação de previsões por regressão linear é a mais adequada para a previsão dos valores futuros da série temporal em estudo.

Combinação de Previsões	RMSE	MAPE	U-Theil
Variância Mínima	3,0323	3,2065	<b>0,0193</b>
Regressão Linear	<b>3,0317</b>	<b>3,2062</b>	<b>0,0193</b>
Média Aritmética	3,1770	3,2722	0,0202

Tabela 3 - Medidas de acurácia das combinações de previsão para a série temporal da Umidade Relativa do Ar Mensal de Santa Maria, RS

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 2 apresenta as previsões (dentro da amostra) e as previsões (fora da amostra), obtidas com base no último período observado, da série temporal Umidade Relativa do Ar Mensal de Santa Maria utilizando a combinação de previsões por regressão linear dos Modelos 1 e 2. Observa-se ainda que esta combinação capta bem o comportamento dos dados da série.

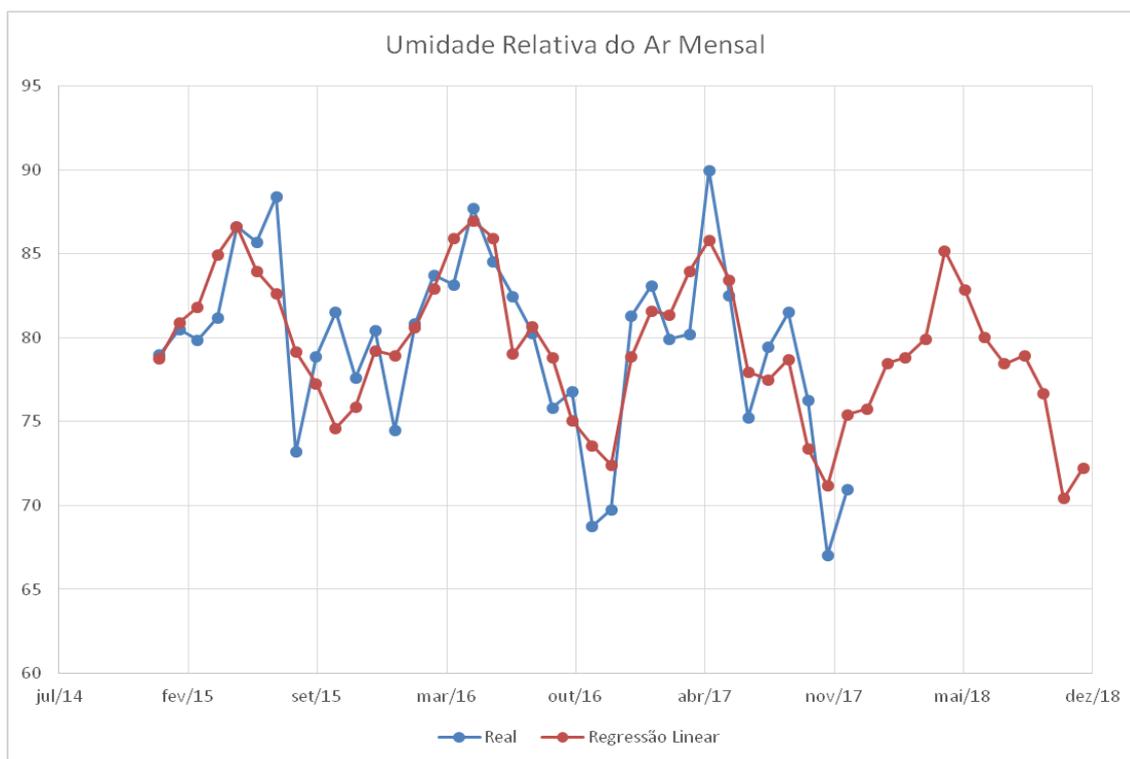


Figura 2 - Predição e previsão da Umidade Relativa do Ar Mensal de Santa Maria, RS, no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2018

Fonte: Elaborada pelos autores.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entender o comportamento de fenômenos climáticos de uma determinada região é necessário para o desenvolvimento de diversos setores da atividade humana, sendo que é preciso planejamento e avaliação constante. Para tal, é importante que as tomadas de decisões tenham suporte em previsão acuradas do fenômeno em estudo.

Este estudo busca encontrar a técnica mais acurada para prever a Umidade Relativa do Ar Mensal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Para tanto, foram utilizadas 195 observações mensais regularmente disponíveis, de outubro de 2001 a dezembro de 2017, para obter o modelo *Holt-Winters*, o modelo SARFIMA e obter as previsões pelos métodos de combinação de previsões via média aritmética, variância mínima e regressão linear. E para encontrar a técnica mais acurada usou-se MAPE, RMSE e o coeficiente U de Theil.

Com relação aos resultados dos modelos individuais, dado que a série do estudo apresenta característica de longa dependência e sazonalidade, foram obtidos os modelos SARFIMA(0; d; 0)(0;D;0)<sub>12</sub> com d estimado em 0,4104 e com D estimado em 0,3756 e o modelo *Holt-Winters* com o parâmetro estimado em 0,1825, o em 0,0034 e o em 0,2122. Uma vez que os parâmetros dos modelos foram estimados, obtiveram-se o peso  $w$  para o método de variância mínima e as estimativas dos coeficientes (pesos) da combinação pelo método de regressão.

Com relação aos resultados dos modelos individuais, o modelo SARFIMA apresentou os menores valores para todas as medidas de acurácia usadas no estudo. Com relação às combinações de previsões, o método por regressão linear também apresentou as menores medidas de acurácia. Ao comparar o modelo individual e o método de combinação verificou-se novamente o paradigma de que as predições (dentro amostra) apresentam melhor acurácia que o melhor modelo que a compõe.

Como combinações de previsões buscam a redução dos erros de previsão, este estudo contemplou esta contribuição. Desta forma, as previsões (fora da amostra) foram realizadas pelo método da regressão linear e estas captaram bem o comportamento da série temporal.

## REFERÊNCIAS

BATES, J. M. e GRANGER, C. W. The combination of forecasts. **Operational Research Quarterly** v. 20 n. 4, p. 451–468. 1969.

BISOGNIN, C. **Estimação e previsão em processos SARFIMA( $p, d, q$ ) x (P, D, Q)<sub>s</sub> na presença de outliers** Porto Alegre: UFRGS, 2007. 222 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Matemática, Instituto de Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

BISOGNIN, C. e LOPES, S. R. C. Properties of seasonal long memory processes. **Mathematical and Computer Modelling**, v.49, n.9-10, p.1837–1851, 2009.

BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CARVALHO, R. L. S.; NASCIMENTO, B. I. S.; QUERINO, C. A. S.; SILVA, M. J. G.; DELGADO, A. R. S. Comportamento das séries temporais de temperatura do ar, umidade e precipitação pluviométrica no município de Ariquemes (Rondônia-Brasil). **Revista Brasileira de Climatologia**, Ano 12 v.18, p.123-1442, jan-jun 2016.

CLEMEN, R.T. Combining Forecasts: A review and annotated bibliography. **International Journal of Forecasting**, v.5, n.4, p.559-583, 1989.

COSTANTINI, M. e PAPPALARDO, C. A hierarchical procedure for the combination of forecasts. **International journal of forecasting**, v.26, n.4, p.725–743, 2010.

GRANGER, C. W. e RAMANATHAN, R. Improved methods of combining forecasts. **Journal of forecasting**, v.3, n.2, p.197–204, 1984.

GRAVES, T.; GRAMACY, R. WATKINS, N.; FRANZKE, C. A Brief History of Long Memory: Hurst, Mandelbrot and the Road to ARFIMA, 1951–1980. **Entropy**, v.19, n.9, 21 p., 2017.

LIU, K.; CHEN, Y.; ZHANG, X. An Evaluation of ARFIMA (Autoregressive Fractional Integral Moving Average) Programs. **Axioms**, v.6, n.2, 2017.

MAKRIDAKIS, S., WHEELWRIGHT, S. C., e HYNDMAN, R. J. **Forecasting: methods and applications**. 3rd Edition. John Wiley & Sons, 1998.

MENEZES, L. M., BUNN, D. W., e TAYLOR, J. W. Review of guidelines for the use of combined forecasts. **European Journal of Operational Research**, v.120, n.1, p.190–204, 2000.

MORETTIN, P. A. e TOLOI, C. **Análise de séries temporais**. 2ª edição. Ed. Blucher. **São Paulo, 2006**

MUNIROH, M. F.; ISMAIL, N.; LAZIM, M. A Combination of Forecasts with an Application to Unemployment Rate. **Pertanika Journal Science & Technology**. v.25, n.3, p. 787 – 796, 2017.

PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 146 p. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

TREVISAN, E. S.; SOUZA, R. C.; SOUZA, L. R. Estimação do parâmetro “d” em modelos ARFIMA. **Pesquisa Operacional**, v. 20, n.1, p.73-82, junho de 2000.

WERNER, L.; RIBEIRO, J.L.D. Modelo composto para prever demanda através de integração de previsões. **Produção**, v. 16, n. 3, p. 493-509, Set./Dez. 2006.

## DESENVOLVIMENTO DO MENOR CAMINHO PARA A MELHORIA DAS LINHAS DE ÔNIBUS EM UM BAIRRO NO MUNICÍPIO DE ARACAJU - SE

**Tayane Magalhaes Alvaia**

**Hellen Mariany Santos**

**Marcos Wandir Nery Lobao**

**Jose Ricardo Menezes Oliveira**

**Glaucia Regina de Oliveira Almeida**

**RESUMO:** A população da cidade de Aracaju sofre diariamente com o transporte público, gerando reclamações durante muitos anos. Com a existência deste problema, foi decidido formular um projeto para solucioná-lo e melhorar a qualidade de vida da população. O projeto consiste na solução do problema da má formulação das linhas de ônibus na cidade de Aracaju, mais especificamente no bairro Jabotiana, utilizando a Pesquisa Operacional, com os itinerários das linhas presentes em tal bairro sendo analisadas. A partir daí, os dados relativos à distância entre os pontos de ônibus serão coletados e analisados, formulando então as funções-objetivo referentes a cada linha, com suas respectivas restrições. Com isso, utilizando o método do caminho mínimo, uma nova rota será elaborada, com mais ou menos pontos de parada e menor quilometragem, objetivando diminuir o tempo do trajeto ao ser comparado com a rota anterior, beneficiando os usuários do transporte coletivo.

### 1 | INTRODUÇÃO

As grandes cidades brasileiras enfrentam diariamente problemas de transporte, principalmente referente ao setor público, visto que é o principal meio usado pelas pessoas no deslocamento diário. Na capital de Sergipe, Aracaju, o ônibus é o principal veículo utilizado nesse sistema. A cidade hoje encontra-se com diversos problemas na gestão dos serviços de transporte. Frequentemente, passageiros reclamam em meios de comunicação sobre o tempo de espera pelos ônibus, a escassez de linhas ou a qualidade na conservação, sendo prejudicial para todos os usuários de transporte público. Com isso, tornou-se necessário um plano de rotas para o melhor atendimento aos usuários.

Utilizou-se da pesquisa operacional como alternativa à solução do problema, através da formulação de uma proposta de rota para os ônibus de Aracaju, utilizando o método do menor caminho, com o intuito de reduzir o tempo de espera entre os ônibus, como melhorar a qualidade de vida dos seus usuários.

Em particular, para os moradores do bairro Jabotiana as queixas não são diferentes, ao contrário, são intensificadas pelo fato de existir apenas duas vias de acesso a esse bairro. A partir de dados do IBGE (2010), a Jabotiana é

um bairro da zona sul de Aracaju, e conta com aproximadamente 20.000 habitantes. O bairro passa por uma explosão imobiliária. No que diz respeito ao transporte coletivo possui uma linha radial que o liga ao Centro: 706-Santa Lúcia/Centro. Existem ainda quatro linhas alimentadoras que atravessam o bairro e fazem ligação ao Terminal do Distrito Industrial de Aracaju (DIA): 402.1-Santa Lúcia/DIA 01, 402.2-Santa Lúcia/DIA 02 e 402.3-Santa Lúcia/DIA 03.

## 2 | PESQUISA OPERACIONAL

A Pesquisa Operacional (PO) refere-se à modelagem matemática de fenômenos dinâmicos ou estáticos. Prado (1998), diz a respeito da pesquisa operacional: "... permite estabelecer a 'mistura' ótima de diversas variáveis segundo uma função linear de efetividade e satisfazendo a um conjunto de restrições lineares para estas variáveis", sendo esta uma ciência que permite atingir os melhores resultados possíveis.

Existe uma ordem a seguir para a sintetização de um modelo de Pesquisa Operacional (HILLIER; LIEBERMAN, 2006):

- a. Definir o problema a ser utilizado e coletar os dados necessários;
- b. Formular um modelo matemático para representar o problema;
- c. Desenvolver um algoritmo a partir do modelo para derivar soluções a fim de solucionar o problema;
- d. Testar o modelo e aperfeiçoá-lo caso seja necessário;
- e. Organizar uma aplicação contínua do modelo a partir do que foi requisitado pela gerência;
- f. Implementar.

Além disso, as técnicas de pesquisa operacional são métodos de análise matemática que fornecem uma base quantitativa para decisões de gerenciamento. Ela pode minimizar o custo a fim de alcançar um melhor sistema de transporte, por exemplo, maximizando outros fatores necessários para esta melhoria. Comprovando que a Pesquisa Operacional é algo crucial para a gestão (AGARANA et al., 2017).

A Pesquisa Operacional possui diversas vertentes, sendo uma destas a programação linear.

### 2.1 Programação linear

A programação linear utiliza um modelo matemático para descrever um determinado problema. As funções matemáticas utilizadas nesse modelo são lineares, criando então um modelo que é empregado como um planejamento, não como programação envolvendo computação. Com isso, a programação linear envolve este

planejamento de atividades afim de obter um resultado ótimo, ou seja, um resultado que a partir do modelo matemático atinja o melhor objetivo especificado entre as alternativas viáveis (HILLIER; LIEBERMAN, 2006).

Uma função linear é do tipo  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ , onde  $y = ax + b$ , sendo  $a$  e  $b \in \mathbb{R}$ . Caso seja representado em um gráfico, a representação será uma reta. Na programação linear, esta função é maximizada ou minimizada, caracterizando uma função-objetivo, sem infringir um sistema linear de igualdades ou desigualdades que são denominadas restrições do modelo.

De acordo com Nossa e Chagas (1997), restrição é "... aquilo que impede um melhor desempenho de um sistema e representa normalmente limitações de recursos disponíveis ou exigências e condições que devem ser cumpridas no problema". Tais restrições demarcam uma região de um plano na qual o conjunto das soluções viáveis é inserido. A melhor dessas soluções é apontada como solução ótima. A partir daí é possível ver o objetivo da programação linear, que é determinar a solução ótima de cada função-objetivo para solucionar um problema.

Para atingir o objetivo de solucionar um problema, dois procedimentos devem ser realizados:

- a. Determinar o problema, identificando o objetivo, as variáveis que estão ligadas a ele (denominadas variáveis de decisão) e as relações e limitações a que elas estão sujeitas;
- b. Codificar o modelo em uma linguagem simbólica utilizando equações e/ou inequações matemáticas lineares.

Com isso, o ambiente em que o problema está localizado é representado por um modelo matemático, o que libera a aplicação de métodos e técnicas matemáticas que facilitam ou até atingem a solução do problema (BODANESE et al., 2005).

Assim como a Pesquisa Operacional, a programação linear apresenta suas vertentes, sendo uma delas a otimização de redes, a qual leva para o caminho mais curto.

### 2.1.1 Otimização de redes: método do caminho mínimo

Segundo Winston e Goldberg (2004), uma rede é definida por dois elementos: Nós e arcos. Os nós são um conjunto de pontos, ou vértices  $V$ . Já um arco  $A$  é um par ordenado de vértices, representando uma possível direção do movimento que pode ocorrer entre vértices. Caso uma rede contenha um arco  $(j,k)$ , então o movimento é possível do nó  $j$  para o nó  $k$ , como mostra a Figura 1.

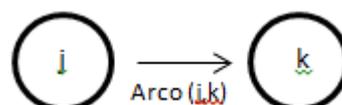


Figura 1 - Esquema de um arco entre os nós j e k.

Fonte: Autor próprio (2017)

Uma sequência de arcos em que cada um tem exatamente um vértice em comum com o arco anterior é chamado de caminho. Já um ciclo é um caminho onde o nó de destino de cada arco é idêntico ao nó de origem do próximo arco (WINSTON; GOLDBERG, 2004).

Se um fluxo representado por um arco é permitido em apenas uma direção, é chamado de arco direcionado. Caso esse fluxo possa percorrer ambas as direções, o arco é dito arco não-direcionado. Da mesma forma, se a rede possuir apenas arcos direcionados é chamada de rede direcionada, assim como se possuir apenas arcos não-direcionados ela passa a ser uma rede não-direcionada. Porém, uma rede com os dois tipos de arcos pode ser convertida para uma rede direcionada. (HILLIER; LIEBERMAN, 2006).

Ao elaborar o modelo matemático, as variáveis de decisão são consideradas como os arcos, sendo representado por  $x_{ij}$ , com i sendo o nó de origem e j o nó de destino. Também é importante a noção do balanço do nó, onde a soma dos arcos que saem é equivalente aos arcos que chegam. Caso  $x_{ij}$  seja considerado como parte do caminho mínimo, é considerado como um fluxo de 1. Se não for,  $x_{ij} = 0$ .

O problema do caminho mínimo é um dos métodos disponíveis para interagir com a rede. Como o próprio nome já diz, e serve para encontrar um menor caminho entre o nó de origem e o nó de destino em observância das restrições existentes (LACHTERMACHER, 2009).

O seguinte exemplo, na Figura 2, pode ser realizado para melhor compreensão do método do caminho mínimo:

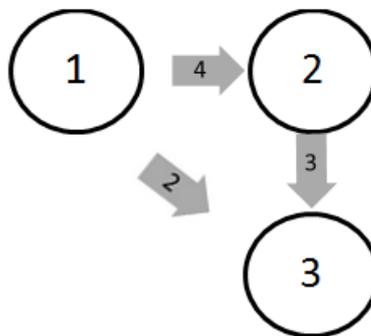


Figura 2- Esquema do exemplo do caminho mínimo

Fonte: Autor próprio (2017)

Variáveis de decisão:

- x<sub>12</sub>: Caminho do nó 1 para o nó 2;
- x<sub>13</sub>: Caminho do nó 1 para o nó 3;
- x<sub>23</sub>: Caminho do nó 2 para o nó 3;

Balances de nó (Restrições):

$$\text{Nó 1: } x_{12} + x_{13} = 1 \quad x_{ij} \geq 0, \forall i \text{ e } \forall j$$

$$\text{Nó 2: } -x_{12} + x_{23} = 0$$

$$\text{Nó 3: } -x_{13} - x_{23} = -1$$

$$\text{Função Objetivo: } \text{Min } Z = 4x_{12} + 2x_{13} + 3x_{23}$$

$$Z = 2 \quad x_{13} = 1, x_{12} \text{ e } x_{23} = 0$$

Menor caminho:  $1 \rightarrow 3$

Várias áreas podem ser beneficiadas utilizando o método do caminho mínimo. Planejar capacidades, desenhar rotas de transporte, coordenar fluxos de caixa e planejar rotas de transporte são algumas das áreas abrangidas pelo método do caminho mínimo.

### 3 | METODOLOGIA

Foram analisados os itinerários das linhas de ônibus percorrem o bairro Jabotiana através do banco de dados da Superintendência Municipal de Transportes e Trânsito de Aracaju - SMTT (2017). Em seguida, a localização dos pontos foi demarcada após seguir o percurso como passageiros dentro do ônibus de cada linha. Após demarcar todos, as distâncias entre os pontos foram traçadas a partir do aplicativo Google Maps (2017), possibilitando a criação dos trajetos que foram utilizados como base para a criação das variáveis de decisão, função objetivo e restrições. Vale ressaltar que enquanto os trajetos eram criados, novas opções de rotas foram traçadas, tendo como base as reclamações dos passageiros e caminhos alternativos, para a possibilidade de reduzir o tempo modificando o caminho. Além disso, o Google Maps fornece apenas dados arredondados, existindo uma margem de erro nas rotas otimizadas.

Com as funções necessárias obtidas, os dados foram inseridos no Microsoft Excel®, seguido da aplicação do Solver® utilizando a metodologia proposta por Hillier e Lieberman (2013) para a obtenção do caminho mínimo seguindo os seguintes passos:

- a. Listaram-se os arcos utilizando duas colunas, uma “De” que indica em qual nó inicia o arco e outra “Para” informando em qual nó o arco chega;
- b. Ao longo dos arcos, na coluna seguinte, listou-se a distância em metros entre os nós;
- c. Uma coluna denominada “Na Rota” foi criada subsequente à coluna das distâncias, esta coluna representa as variáveis de definição e o Solver, quando aplicado, indica o valor dessas variáveis;
- d. Em outra coluna foram indicados os “Nós”;
- e. Subsequente à coluna dos nós foi criada a coluna de “Fluxo”, que é equacionado no Excel com a função SOMASE;

- f. Uma coluna de “Oferta/Demanda” foi preenchida com os valores 1 para origem, -1 para destino e 0 para demais;
- g. Uma célula equacionada no Excel com a função SOMARPRODUTO selecionando as colunas “Na Rota” e “Distância” é inserida e representa a função objetivo no Solver;
- h. O Solver foi inicializado e as células correspondentes à função objetivo foram selecionadas, foi determinada a célula que será Min Z, pois o objetivo será a menor resposta, assim como as células onde serão inseridos os valores das variáveis;
- i. As células correspondentes aos valores dos coeficientes envolvidos nas restrições foram selecionadas e igualadas entre si;
- j. Os valores entregues pelo programa em cada célula pré-determinada foram analisadas, sendo esse o caminho mínimo a ser utilizado.

Conseqüentemente foram calculadas as diferenças entre as rotas originais e as obtidas pelo Solver (em metros), e o quanto elas podem influenciar durante um dia de itinerário a partir do tempo percorrido pelas rotas originais, utilizando proporção. A quantidade de vezes que a rota percorre o itinerário também é definida pela SMTT (2017).

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os resultados da aplicação do método do menor caminho nas linhas de ônibus do bairro Jabotiana. Todas as linhas partem do Terminal de Integração do Distrito Industrial de Aracaju (D.I.A.) sentido bairro Jabotiana, e, ao realizarem o percurso do bairro, voltam para o mesmo Terminal de Integração. Diante deste fato, todas as linhas estudadas foram divididas em duas rotas, a primeira denominada “IDA” realiza o trajeto com ponto de partida na Jabotiana, passando pelos pontos obrigatórios, e segue em direção ao Terminal de Integração do D.I.A., a segunda rota, denominada “VOLTA”, realiza o caminho inverso, ou seja, inicia no Terminal de Integração do D.I.A. e tem o seu fim no último ponto de ônibus do bairro.

Os resultados da aplicação do menor caminho são apresentados no modelo de diagrama de redes. Cada nó simboliza um ponto de ônibus e cada arco representa a direção e a distância entre dois pontos. Para melhor entender o diagrama de rede deve-se saber que:

Os nós de cor branca são os pontos de ônibus já existentes enquanto os de cor bege são novos pontos sugeridos;

Os arcos no formato uniforme são os caminhos já existentes, enquanto os tracejados são os caminhos sugeridos;

Por fim, a rota na cor vermelha é a rota otimizada encontrada através do método

do caminho mínimo a partir do *Solver*®.

Como explanado no tópico 2.1.1 deste artigo, existe uma modelagem matemática contendo variáveis de decisão, função objetivo e restrição (ou balanço de nó). Para as rotas estudadas a modelagem segue o seguinte padrão de equações:

Variáveis de decisão:

$x_{ij}$ : Caminho de  $i$  até  $j$ ,  $x_{ij} \geq 0$ ,  $\forall i$  e  $\forall j$

$x_{ij} =$

Função objetivo:

$$Zmin = \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij}$$

Sendo os balanços de nó:

$$\sum_{\{j:(i,j) \in A\}} x_{ij} - \sum_{\{j:(j,i) \in A\}} x_{ji} = \begin{cases} n-1 & \text{para } i=s \\ -1 & \text{para todo } i \in N - \{s\} \end{cases}$$

$$x_{ij} \geq 0, \forall (i,j) \in A$$

Esse modelo também foi abordado por Méndez e Guardia (2008).

As linhas de ônibus estudadas, como mencionadas anteriormente, foram as seguintes: 402.1-Santa Lúcia/DIA 01, 402.2-Santa Lúcia/DIA 02, 402.3-Santa Lúcia/DIA 03 e 706-Santa Lúcia/Centro. Os resultados e discussões serão apresentados a seguir.

Para a linha 402.1-Santa Lúcia/DIA 01 da rota “IDA” obteve-se diagrama de redes exibido na Figura 3:

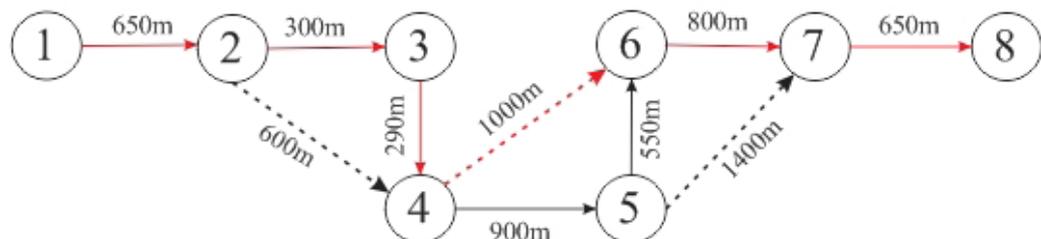


Figura 3 - Diagrama de redes da linha 402-1 da rota “IDA”

Fonte: Autor próprio (2017)

A rota atual percorre um total de 4140m em 15 min enquanto a rota otimizada percorre 3690m em 13,2 min obtendo assim uma redução de 450m e 1,8min por percurso. Esse trajeto é realizado 38 vezes por dia, alcançando uma redução total de 17,1Km e 68,4 min por dia.

Para a linha 402.1-Santa Lúcia/DIA 01 da rota “VOLTA” obteve-se diagrama de redes exibido na Figura 4:

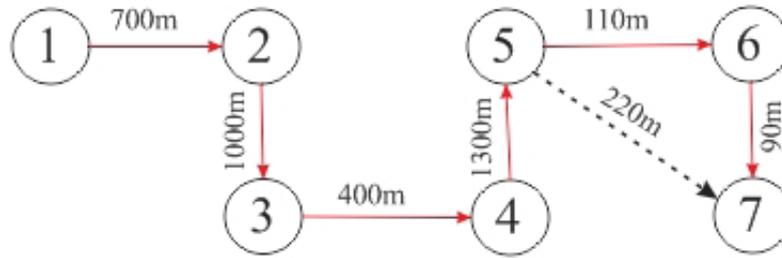


Figura 4 - Diagrama de redes da linha 402-1 da rota "VOLTA"

Fonte: Autor próprio (2017)

A rota atual, para esta linha, é a própria rota otimizada indicada pelo Solver, não havendo, portanto, uma redução de quilometragem ou tempo de trajeto.

Para a linha 402.2-Santa Lúcia/DIA 02 da rota "IDA" obteve-se diagrama de redes exibido na Figura 5:

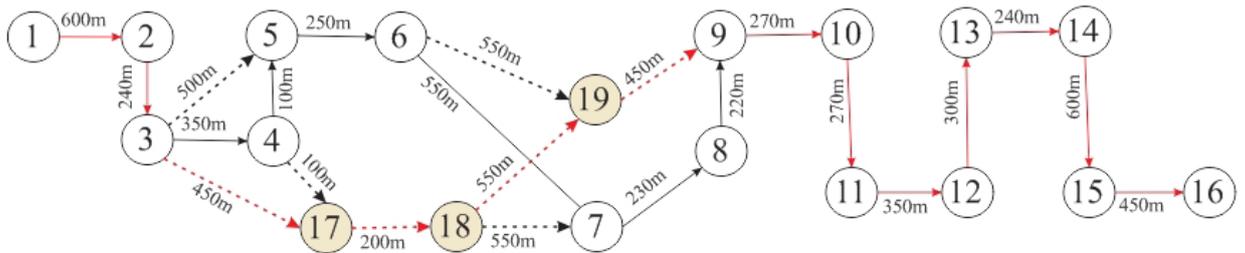


Figura 5 - Diagrama de redes da linha 402-2 da rota "IDA"

Fonte: Autor próprio (2017)

A rota atual percorre um total de 5020m em 15 min enquanto a rota otimizada percorre 4970m em 14,51 min obtendo assim uma redução de 50m e 0,49min por percurso. Esse trajeto é realizado 61 vezes por dia, alcançando uma redução total de 3050m e 29,89 min por dia.

Para a linha 402.2-Santa Lúcia/DIA 02 da rota "VOLTA" obteve-se diagrama de redes exibido na Figura 6:

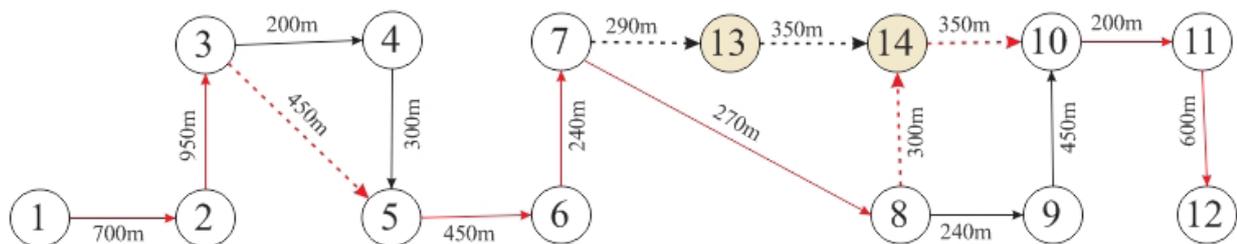


Figura 6 - Diagrama de redes da linha 402-2 da rota "VOLTA"

Fonte: Autor próprio (2017)

A rota atual percorre um total de 4600m em 15 min enquanto a rota otimizada percorre 4510m em 14,42 min obtendo assim uma redução de 90m e 0,58min por percurso. Esse trajeto é realizado 58 vezes por dia, alcançando uma redução total de 5220m e 33,64 min por dia.

Para a linha 402.3-Santa Lúcia/DIA 03 da rota “IDA” obteve-se diagrama de redes exibido na Figura 7:

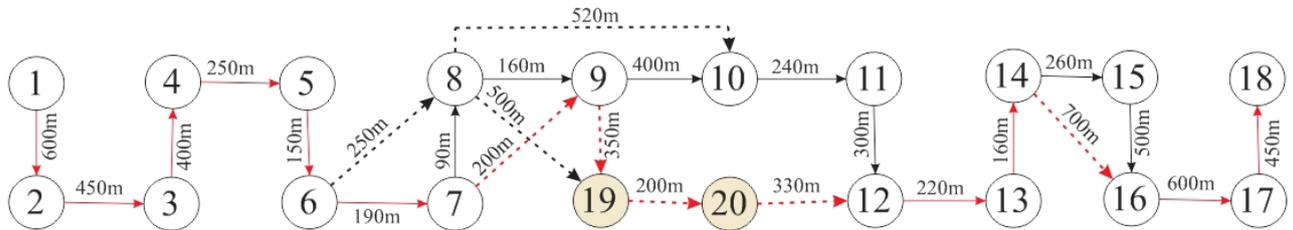


Figura 7 - Diagrama de redes da linha 402-3 da rota “IDA”

Fonte: Autor próprio (2017)

A rota atual percorre um total de 5420m em 20 min enquanto a rota otimizada percorre 4250m em 19,22 min obtendo assim uma redução de 170m e 0,78min por percurso. Esse trajeto é realizado 18 vezes por dia, alcançando uma redução total de 3060m e 14,04 min por dia.

Para a linha 402.3-Santa Lúcia/DIA 03 da rota “VOLTA” obteve-se diagrama de redes exibido na Figura 8:

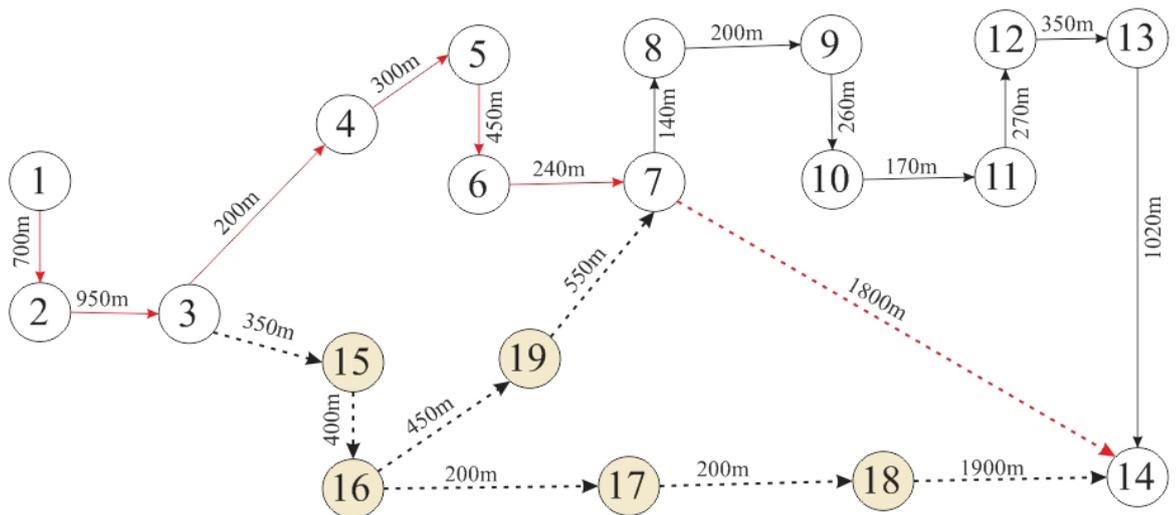


Figura 8 - Diagrama de redes da linha 402-3 da rota “VOLTA”

Fonte: Autor próprio (2017)

A rota atual percorre um total de 5250m em 20 min enquanto a rota otimizada percorre 4640m em 17,40 min obtendo assim uma redução de 610m e 2,6min por percurso. Esse trajeto é realizado 18 vezes por dia, alcançando uma redução total de

10980m e 46,8 min por dia.

Para a linha 706-Santa Lúcia/Centro da rota “IDA” obteve-se diagrama de redes exibido na Figura 9:

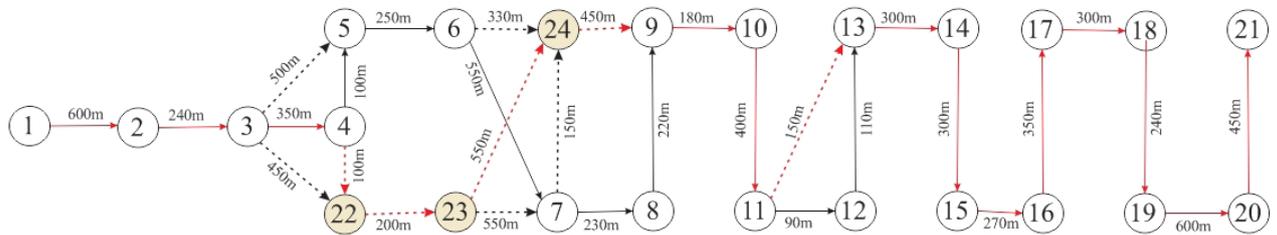


Figura 9 - Diagrama de redes da linha 706 da rota “IDA”

Fonte: Autor próprio (2017)

A rota atual percorre um total de 6130m em 20 min enquanto a rota otimizada percorre 6030m em 19,40 min obtendo assim uma redução de 100m e 0,6min por percurso. Esse trajeto é realizado 16 vezes por dia, alcançando uma redução total de 1600m e 9,6min por dia.

Ao observar o melhor trajeto a ser percorrido pelo ônibus notou-se que houve uma redução de quilômetros percorridos e, conseqüentemente, uma redução no tempo de trajeto. Essa quantidade de metros reduzidos pode ser convertida para uma maior quantidade de trajetos realizados por dia, promovendo, assim, uma redução do tempo de espera do passageiro no ponto de ônibus, como também, a redução do tempo do passageiro dentro do ônibus.

## 5 | CONCLUSÃO

O artigo demonstra que o caminho mínimo é um método capaz de proporcionar melhorias em diversos setores, inclusive no transporte. Além disso, o Solver® também confirma ser um programa eficiente para problemas relacionados ao método do caminho mínimo. A existência de pontos de ônibus criados sem estudo adequado por meio dos órgãos públicos é a principal causa de trajetos mais longos encontrados em determinadas linhas.

As novas rotas não podem ser colocadas em prática devido à legislação, que conforme a lei 12.587, que institui as diretrizes da política nacional de mobilidade urbana, ou seja, uma série de procedimentos é necessária para a aplicação das rotas do bairro Jabotiana, além da aprovação dos poderes citados acima.

A existência de rotas com pouca ou até sem alterações é normal, pois alguns trajetos foram elaborados de acordo com a necessidade dos passageiros ao longo dos anos, tendo atingido a sua otimalidade naturalmente.

Portanto, ao somar as reduções de percurso e de tempos, por dia, de todas

as linhas estudadas, 41 km e 202,37min respectivamente, nota-se que foi atingido o objetivo esperado, pois a diminuição do percurso e do tempo de espera do passageiro reflete diretamente na qualidade de vida dos cidadãos.

## REFERÊNCIAS

AGARANA, Michael C.; ADELEKE, Olawale J.; OWOLOKO, Enahoro A. Optimizing Public Transport Systems in Sub-saharan Africa Using Operational Research Technique: A Focus on Nigeria. **Procedia Manufacturing**, África do Sul, 7.ed, p. 590-595, Jan. 2017.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012.

BODANESE, Ronaldo E. ; OLIVEIRA, José A.; SCALABRIN, Idionir.; MORES, Claudionor J. **Teoria das restrições, pesquisa operacional e programação linear, estudo de caso com utilização do solver**. IX Congresso Internacional de Custos, Florianópolis, Nov. 2005.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. **Sinopse por setores**: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/?nivel=st>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

GOOGLE. Google Earth. Versão: 2017. **Bairro Jabotiana**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/search/bairro+jabotiana/@-10.9410718,-37.0901767,17z/data=!3m1!4b1>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. Tradução Ariovaldo Griesi; Revisão técnica Pierre J. Ehrlich. 9.ed. Porto Alegre: AMGH, p.8-10; p.25-30; p.360-368, 2013.

LACHTERMARCHER, Gerson. **Pesquisa Operacional na tomada de decisões**. 4.ed..São Paulo: Pearson Prentice Hall, p.142, 2009.

MÉNDEZ, Yasmin S.; GUARDIA, Luis E.T. **Problema do caminho mais curto**: Algoritmo de Dijkstra. SPOLM, Rio de Janeiro, Ago. 2008.

NOSSA, Valcemiro; CHAGAS, José Ferreira. **Usando programação linear na contabilidade decisoria**. Revista Brasileira de Contabilidade (RBC), nº 107, Vitória, Set/Out. 1997.

PRADO, Darci. **Programação Linear**. Belo Horizonte: Falconi, p.15,1998.

SUPERINTENDÊNCIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES E TRÂNSITO DE ARACAJU, **Itinerário e Horário dos Ônibus**. Disponível em: <<http://www.smttaju.com.br/smtt/transporte/itinerario-e-horario-dos-onibus>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

WINSTON, Wayne L.; GOLDBERG, Jeffrey B. **Operations research: applications and algorithms**. 4ed. Boston: Duxbury press, p. 413-414, 2004.

## ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS BASEADO NOS MÉTODOS SERVQUAL E SMARTS: APLICAÇÃO EM TERMINAIS AEROPORTUÁRIOS

**João Paulo Figueira Marchesi**

Instituto Federal do Espírito Santo  
Cariacica – ES

**Janaina Figueira Marchesi**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

**RESUMO:** A avaliação da qualidade em serviços sempre foi tratada como de difícil realização pelo fato das características únicas de cada serviço. Este trabalho foi realizado com o objetivo de desenvolver e validar um novo modelo de questionário de avaliação para serviços, utilizando o modelo SERVQUAL e a técnica SMARTS, mais especificamente a dos serviços prestados pelo Aeroporto Eurico de Aguiar Salles. Depois de elaborado, o questionário passou pela aplicação em um pré-teste para sua devida validação. Foi utilizada a Análise de Quartis para determinar a prioridade dos itens estudados e, além disso, tomou-se nota das observações realizadas pelos entrevistados quanto à estrutura do questionário.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade, serviços, SERVQUAL, SMARTS, aeroportos

**ABSTRACT:** The evaluation of quality in services has always been treated as difficult to achieve due to the unique characteristics of each service. This work was carried out with the

objective of developing and validating a new evaluation questionnaire model for services, using the SERVQUAL model and the SMARTS technique, more specifically the services provided by the Eurico Airport of Aguiar Salles. After elaboration, the questionnaire passed the application in a pre-test for its validation. Quartile Analysis was used to determine the priority of the items studied and, in addition, a note was taken of the observations made by the interviewees regarding the structure of the questionnaire.

**KEYWORDS:** Quality, Services, SERVQUAL, SMARTS, airports

### 1 | INTRODUÇÃO

O conceito de avaliação em serviços pode gerar certa estranheza em um primeiro contato, devido, principalmente, à dificuldade em realizá-la. No entanto, visto a constante agregação entre produtos e serviços, se faz necessário, cada vez mais, criar métodos que permitam ou que facilitem tal processo de verificação de adequação às necessidades dos usuários.

Um dos setores de serviço que vem ganhando mais adesão dos brasileiros nos últimos anos é o aeroportuário. Seus preços estão se aproximando, cada vez mais, dos preços praticados em viagens rodoviárias, e,

devido à rapidez e ao conforto, os clientes têm optado preferencialmente à primeira. Com o aumento do número de usuários, cresce também a cobrança quanto à qualidade dos serviços oferecidos.

Cada terminal de passageiros aeroportuário (TPS) abriga uma série de serviços, cujas qualidades são avaliadas em conjunto pelos usuários, construindo assim o conceito de qualidade agregada. Nesse conceito, por mais que duas tarefas sejam independentes, a falhas em uma, podem afetar a percepção da qualidade em outra.

O presente trabalho tem por objetivo a construção de um questionário baseado no modelo SERVQUAL para a avaliação da qualidade dos serviços prestados por aeroportos utilizando, para isso, indicadores com suas devidas funções de valor e a técnica SMARTS. Além disso, busca-se realizar sua validação, por meio de entrevistas com um grupo de usuários de um aeroporto Eurico de Aguiar Salles. A contribuição do presente trabalho é a de criar um novo método na avaliação dos serviços, devido à dificuldade na avaliação da qualidade dos mesmos. O aeroporto em questão foi escolhido devido à deficiência nos serviços prestados e por ter grande perspectiva de crescimento nos próximos anos.

O artigo se divide em cinco seções. A seção 2 trata da fundamentação teórica da pesquisa, dissertando sobre conceitos referentes à qualidade e sobre serviços aeroportuários além de abordar assuntos anteriores sobre o assunto. Os materiais e métodos utilizados são apresentados na seção 3. A seção 4 apresenta os resultados obtidos, cujas considerações finais se encontram na seção 5.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Estudo da qualidade em serviços

A definição de qualidade não é comum a todos no meio acadêmico ou empresarial. Diversos autores apresentam conceitos diferenciados sobre o que consideram como sendo a qualidade em si.

A Sociedade Americana para a Qualidade (American Society for Quality) define qualidade como sendo “o conjunto de elementos e características de um produto ou serviço que sustentam sua capacidade de atender as necessidades explícitas ou implícitas”.

Juran (1991) define a qualidade como sendo o conjunto de características dos produtos que satisfaçam as necessidades dos clientes e, assim, fornecem satisfação a eles. Para Crosby (1986) qualidade “é a conformidade dos produtos com as suas especificações”, ou seja, quanto mais próximo o produto ou serviço final estiver de seu projeto original, maior será sua qualidade.

Feigenbaum (1994) defendia que a qualidade “é a correção dos problemas e de suas causas ao longo de toda a série de fatores relacionados com marketing, projetos,

engenharia, produção e manutenção, que exercem influência sobre a satisfação do usuário”.

De acordo com Deming (1993), qualidade “é tudo aquilo que melhora o produto do ponto de vista do cliente”. Assim, a avaliação de um produto ou serviço será melhor à medida que ele atenda às necessidades e as expectativas dos clientes.

Por mais que existam diversas definições de qualidade, uma unanimidade existente é de que a qualidade depende, direta ou indiretamente, do atendimento das necessidades ou expectativas dos clientes ou usuários, pelo produto ou serviço. Assim, o foco principal ao se tratar da avaliação da qualidade deve ser o cliente.

Ao se relacionar a medida da qualidade aos serviços, são encontradas algumas dificuldades que se relacionam propriamente à definição de serviços e a algumas de suas características. Um serviço é definido como sendo, para Kotler (1988), “qualquer atividade ou benefício que uma parte possa oferecer a outra, que seja essencialmente intangível e não resulte na propriedade de qualquer coisa”.

Dada essa definição, podem-se inferir algumas características para serviços, as quais podem ser causa de dificuldade no processo de verificação da qualidade. Para Freitas e Gonçalves (2010) elas são:

- Intangibilidade: os serviços não são físicos, ou seja, não podem ser, transportados, armazenados ou tocados.
- Simultaneidade: o cliente consome o serviço à medida que ele é produzido. Assim, não há separação entre produção e utilização, dificultando a detecção e/ou correção de falhas.
- Heterogeneidade: os serviços, em si, são únicos. É impossível a produção de um serviço exatamente igual em dois instantes ou para dois clientes diferentes. As variáveis do ambiente mudam a todo o momento.

Além dessas três características, pode-se citar como causa de dificuldade na avaliação a alta interatividade com o cliente. Por geralmente ser diferente a cada cliente, ter de ser exclusivo para cada um deles, os serviços não têm padronização facilitada e, por isso, devem levar em conta a interação com cliente e como isso pode afetar sua execução.

Essas quatro características, traduzem o porquê da dificuldade em se analisar a qualidade dos serviços prestados, pelo fato de que não há um bem físico, cujas características finais poderiam ser avaliadas, e também porque o cliente pode sentir dificuldade em averiguar se o serviço está dentro de suas expectativas, visto que o contato com o serviço pode ser muito rápido.

A avaliação deve levar em conta, então, uma série de dimensões que tem relação com o serviço prestado. Para Heizer e Render (2001), os fatores que determinarão as qualidades nos serviços se encontram no quadro 01.

A avaliação de cada um destes pontos é feita em dois momentos. Antes do contato com o serviço, o cliente gera certa expectativa em relação a ele. Após o consumo em si, as expectativas são substituídas pela percepção do serviço prestado. Esses dois

momentos podem ser utilizados para a determinação da qualidade por meio de dois métodos: SERVQUAL e SERVPREF.

Salomi et al. (2005) realiza uma comparação entre os dois modelos citados. Os autores contestam que, enquanto o SERVPREF tem como medida da qualidade apenas a percepção do cliente, o SERVQUAL mede a qualidade por meio da diferença entre a percepção e a expectativa do cliente, ou seja, o valor da qualidade se dá pela diferença entre o que foi percebido pelo cliente e o que era esperado por ele para o serviço.

O modelo SERVQUAL foi desenvolvido por Parasuraman et al. (1985) e é a forma de mensuração do modelo de 5 Gaps da qualidade dos serviços desenvolvido pelos mesmos autores. Os gaps e suas descrições se encontram no quadro 2.

<b>Confiança</b>	Tem como base o cumprimento do que foi prometido, com constância de desempenho e confiança
<b>Capacidade de Resposta</b>	Refere-se à presteza do prestador para com o cliente
<b>Competência</b>	Posse da capacidade de realizar o serviço e do conhecimento necessário para tanto
<b>Acesso</b>	Diz respeito à facilidade de contato
<b>Cortesia</b>	De caráter subjetivo, envolve respeito, amabilidade e consideração
<b>Comunicação</b>	Adaptação da linguagem e dos formatos de comunicação utilizados para que o cliente sinta-se informado sempre
<b>Credibilidade</b>	Relaciona-se com a confiança e honestidade e também com o cuidado com os melhores interesses dos clientes
<b>Segurança</b>	Refere-se à inexistência de dúvidas e riscos
<b>Conhecimento/Compreensão do Cliente</b>	Realização de esforço máximo para o entendimento das necessidades dos clientes
<b>Itens tangíveis</b>	Itens físicos agregados ao serviço

Quadro 1 – Determinantes da Qualidade em Serviços

Fonte: Elaborado pelos autores

<b>Gap1</b>	Lacuna entre a percepção do prestador da expectativa do cliente e a real expectativa
<b>Gap2</b>	Lacuna entre a percepção do prestador da expectativa do cliente e a habilidade em traduzi-las em serviços
<b>Gap3</b>	Lacuna entre a qualidade definida dos serviços e a qualidade realmente prestada dos serviços
<b>Gap4</b>	Lacuna entre o serviço realmente prestado e aquele prometido pelo prestador
<b>Gap5</b>	<u>Lacuna entre a percepção dos usuários em relação ao serviço prestado e a expectativa destes quanto à sua prestação do serviço</u>

Quadro 2 – Gaps da Qualidade em Serviços

Fonte: Elaborado pelos autores

## 2.2 O setor aéreo brasileiro

A atividade aeroportuária brasileira teve seu nascimento com o primeiro voo comercial realizado por uma empresa de aviação civil, em 1927. Desde esta data, esse setor passou por diversas transformações.

O último estudo do setor, divulgado em 2010, pelo MCKINSEY & COMPANY, apontou para um crescimento, entre 2003 e 2008, de 10% ao ano no número de voos. Na data do estudo, eram realizadas mais de 50 milhões de viagens por ano. Tal crescimento pode ser explicado pela redução média de 43% no preço por quilômetro do voo no mesmo período.

Essa redução de tarifa, por mais que seja vantajosa para o mercado, trouxe mais desafios para o setor, o qual viu o movimento aumentar exponencialmente como exposto pelo MCKINSEY & COMPANY (2010), cujo relatório apontou que 13 dos 20 maiores aeroportos brasileiros já tinham problemas com gargalos em seus TPS e por esta razão já havia uma redução nos níveis de serviço prestado. O caso mais problemático é o de São Paulo. Seus dois maiores aeroportos (Congonhas e Guarulhos), pelos quais passam 25% dos voos nacionais, possuem problemas tanto em serviços como na infraestrutura das pistas e dos pátios.

De acordo com esse mesmo relatório, em 2008, existiam 732 aeródromos públicos no Brasil. Dentre eles apenas 67 eram administrados pela Infraero (Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária). No entanto, mesmo representando apenas cerca de 9% do total de unidades, as que estavam sob controle da empresa detinham cerca de 97% do tráfego de passageiros em voos civis.

Para se definir a capacidade de um aeroporto deve-se conhecer as dimensões e características de seus componentes principais: pistas, pátios, terminais, equipamentos de auxílio e navegação aérea e acessos viários (MCKINSEY & COMPANY, 2010). A eficaz gestão dessas variáveis se mostra essencial para a manutenção da qualidade e para um aumento da capacidade.

## 3 | METODOLOGIA

### 3.1 Indicadores avaliados

Em um terminal aeroportuário de passageiros são muitos os aspectos que tem importância para a avaliação do serviço. Para Costa et al. (2013) tais aspectos podem ser divididos em dois grupos: aspectos qualitativos e aspectos figurativos e funcionais. Enquanto os primeiros tratam da interação entre prestador e cliente e da segurança do serviço, os segundos tratam da estrutura e instalações, como acessos, percursos, sinalização, mobiliário, dentre outros.

Os aspectos citados acima são observados pelo cliente no momento da prestação do serviço, ou seja, quando há contato direto. São nesses momentos, chamados de momentos da verdade, que o cliente verifica se sua expectativa sobre o serviço foi atendida, assim surge a avaliação da qualidade do serviço. Os momentos da verdade são, também, conhecidos como pontos de vista, e, no caso dessa avaliação, são fundamentais.

Para classificação e seleção dos Pontos de Vista foi utilizada a técnica SMARTS proposta por Edwards e Barron (1994). Essa técnica é uma evolução da SMART. A diferença básica e mais significativa entre eles é que no primeiro há a utilização da mudança de pesos. As etapas para utilização dessa técnica são: (i) proposição dos decisores; (ii) definição dos atributos; (iii) identificação de alternativas para solução; (iv) pontuação das utilidades; (v) eliminação das alternativas insuficientes ou dominadas; (vi) criação de uma matriz contendo os atributos a serem avaliados e os possíveis valores que eles podem assumir.

Primeiramente, por meio de pesquisa na área e a partir da leitura de outros artigos sobre o tema, como tratado por Gonçalves e Belderrain (2012) e Gonçalves e Freitas (2010), foi possível enumerar alguns Pontos de Vista de importância ao se tratar de TPSs e classificá-los de acordo com os dois grupos de aspectos. Trata-se das primeiras etapas da técnica SMARTS. Os Pontos de Vista são apresentados no Quadro 3.

No entanto, um questionário que levasse em consideração tantos pontos de vista, poderia resultar em erros, já que, a partir de certo momento, o entrevistado perderia o interesse e começaria a responder de forma dúbia. Assim, seguindo com os passos da técnica SMARTS, realizou-se a pontuação das utilidades e eliminação das alternativas insuficientes ou dominadas, o que reduziu a quantidade de itens avaliados para 17.

<u>Setor</u>	<u>Aspectos Qualitativos</u>	<u>Aspectos Funcionais</u>
Acesso e Estacionamento	× Segurança	× Distância ao saguão × Disponibilidade de vagas × Preço
Área de Embarque e Desembarque de Veículos	× Tempo de espera	
Serviços de Transportes	× Variedade	
Saguão	× Segurança × Número de agentes de fornecimento de informações	× Conforto: Iluminação × Conforto: Climatização × Conforto: Limpeza × Disponibilidade de Carrinhos de Bagagem × Disponibilidade de assentos × Displays de informação de Voos
Banheiros		× Limpeza × Capacidade
Check-in e Despacho de Bagagem	× Tempo de atendimento	× Disponibilidade de Totens
Salas de Embarque e Desembarque	× Tempo na fila de escaneamento	× Distância entre portões e terminais × Acesso às Aeronaves × Disponibilidade de Assentos × Display de informações de Voos.
Diversidade de Instalações	× Variedade	× Preços × Disponibilidade de caixas eletrônicos
Serviços Gerais	× Pontualidade dos Voos	

Quadro 3 – Momentos da Verdade

Fonte: Elaborado pelos autores

### 3.2 Formulação do questionário

Tendo definidos quais os itens seriam avaliados no questionário piloto se fez necessário criar uma forma para se avaliar tais itens, ou seja, criar uma função de valor para cada ponto de vista fundamental, a fim de que se possa ter uma base para a avaliação.

Para Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), uma função de valor é um instrumento utilizado para auxiliar os decisores a expressarem, de forma numérica, suas preferências. A utilização dessas funções é essencial, pois por meio delas, é possível padronizar os sentimentos de diversos decisores sobre um determinado momento da verdade.

Retornando à técnica SMARTS, deve-se criar uma matriz contendo os atributos a serem avaliados e os possíveis valores que eles podem assumir. O quadro 4 apresenta essa matriz. Com os possíveis valores definidos, deve-se criar uma escala contínua

para cada um dos momentos, possibilitando assim o preenchimento por um decisor. Um exemplo dessa escala se encontra na Figura 1.

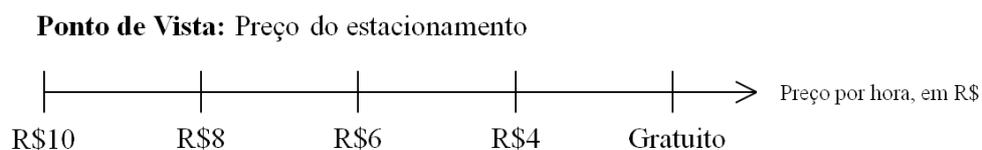


Figura 01: Escala contínua do ponto de vista para avaliação

Fonte: Elaborado pelos autores

Como foi escolhido o modelo SERVQUAL, se faz necessário o uso de dois questionários, um para a verificação das expectativas e outro para a verificação das percepções.

Item	Pontos de Vista	Indicador	Referências de Valores
I1	Segurança do estacionamento	Número de agentes a cada 100 usuários diários	1, 3, 5, 7 ou 9 agentes
I2	Disponibilidade de vagas do estacionamento	Frequência de encontro de vagas	20, 40, 60, 80 ou 100%
I3	Distância do estacionamento ao saguão	Distância em metro	100, 80, 60, 40 ou 20m
I4	Preço do estacionamento	Preço por hora, em R\$	10, 8, 6, 4 reais ou gratuito
I5	Tempo de espera na parada de veículos	Tempo de espera, em minutos	8, 6, 4, 2min ou imediato
I6	Segurança do saguão	Número de agentes a cada 100 usuários diários	1, 3, 5, 7 ou 9 agentes
I7	Apoio ao usuário no saguão	Funcionários disponíveis a cada 100 usuários diários	0, 1, 2, 3 ou 4 funcionários
I8	Disponibilidade de carrinhos de bagagem	Carrinhos a cada 100 usuários diários	40, 60, 80, 100 ou 120 carrinhos
I9	Disponibilidade de assentos no saguão	Assentos a cada 1000 usuários diários	10, 40, 70, 100 ou 130 assentos
I10	Display de informações de voos	Quantidade de displays (incluindo os das salas de embarque e desembarque)	2, 6, 10, 14 ou 18 displays
I11	Capacidade dos sanitários	Quantidade de sanitários por sexo	1, 5, 10, 15 ou 20 sanitários
I12	Tempo para check-in e despacho de bagagem	Tempo na fila e no balcão, em minutos	7, 6, 5, 4 ou 3min
I13	Tempo de escaneamento (Raio-x)	Tempo na fila e no procedimento, em minutos	5, 4, 3, 2 ou 1min
I14	Disponibilidade de assentos no (des)embarque	Quantidade de assentos a cada 100 usuários diários	10, 20, 30, 40 ou 50 assentos
I15	Preço dos produtos das instalações comerciais	Percentual acima do valor de mercado	40, 20, 10, 5% ou mesmo preço
I16	Disponibilidade de caixas eletrônicos	Quantidade de ATMs a cada 100 usuários diários	0,5, 1, 1,5, 2 ou 2,5 ATMs
I17	Pontualidade dos voos	Tempo médio de atraso, em minutos	40, 20, 10, 5 ou 0min

Quadro 4 – Valores referenciais para o ponto de vista

Fonte: Elaborado pelos autores

O questionário completo aplicado, encontra-se na figura 02.

Questionário – Avaliação da Qualidade no Aeroporto de Vitória		
<b>Exemplo de Preenchimento</b>	<p>A horizontal scale with tick marks at 0,5, 1, 1,5, 2, and 2,5. An 'X' is drawn over the tick mark at 1,8.</p>	1,8
<b>Expectativa:</b> Assinale, na escala, sua expectativa em relação ao item, ou seja, <u>o que você espera de seu desempenho</u> . Após isso, explicito o valor em números.		
Item	Escala	Vr.
Número de agentes de segurança no estacionamento a cada 100 usuários diários	<p>A horizontal scale with tick marks at 1, 3, 5, 7, and 9.</p>	
Frequência de encontro de vagas no estacionamento	<p>A horizontal scale with tick marks at 20%, 40%, 60%, 80%, and 100%.</p>	
Distância do estacionamento ao saguão, em metros	<p>A horizontal scale with tick marks at 100m, 80m, 60m, 40m, and 20m.</p>	
Preço do estacionamento por hora, em R\$	<p>A horizontal scale with tick marks at R\$10, R\$8, R\$6, R\$4, and Gratuito.</p>	
Tempo de espera na parada de veículos, em minutos	<p>A horizontal scale with tick marks at 8min, 6min, 4min, 2min, and 0min.</p>	
Número de agentes de segurança no saguão a cada 100 usuários diários	<p>A horizontal scale with tick marks at 1, 3, 5, 7, and 9.</p>	
Funcionários para apoio disponíveis a cada 100 usuários diários	<p>A horizontal scale with tick marks at 0, 1, 2, 3, and 4.</p>	
Carrinhos de bagagem disponíveis a cada 100 usuários diários	<p>A horizontal scale with tick marks at 40, 60, 80, 100, and 120.</p>	
Assentos disponíveis no saguão a cada 100 usuários diários	<p>A horizontal scale with tick marks at 10, 40, 70, 100, and 130.</p>	
Numero de displays de informações de voos disponíveis	<p>A horizontal scale with tick marks at 2, 6, 10, 14, and 18.</p>	
Numero de sanitários por gênero	<p>A horizontal scale with tick marks at 1, 5, 10, 15, and 20.</p>	
Tempo na fila e no balcão de atendimento (despacho de bagagem), em minutos	<p>A horizontal scale with tick marks at 7min, 6min, 5min, 4min, and 3min.</p>	
Tempo na fila e no atendimento (Raio-x), em minutos	<p>A horizontal scale with tick marks at 5min, 4min, 3min, 2min, and 1min.</p>	
Assentos disponíveis nas salas de embarque e desembarque a cada 100 usuários diários	<p>A horizontal scale with tick marks at 10, 20, 30, 40, and 50.</p>	
Percentual acima do valor comercial dos preços dos produtos nas instalações	<p>A horizontal scale with tick marks at 40%, 20%, 10%, 5%, and 0%.</p>	
Número de caixas eletrônicos disponíveis a cada 100 usuários diários	<p>A horizontal scale with tick marks at 0,5, 1, 1,5, 2, and 2,5.</p>	
Tempo médio de atraso dos voos, em minutos	<p>A horizontal scale with tick marks at 40min, 20min, 10min, 5min, and 0min.</p>	
<b>Percepção:</b> Assinale, na escala, sua percepção em relação ao item, ou seja, <u>o que você percebeu de desempenho</u> em relação a ele. Após isso, explicito o valor em números.		
Item	Escala	Vr.

Número de agentes de segurança no estacionamento a cada 100 usuários diários	1      3      5      7      9
Frequência de encontro de vagas no estacionamento	20%      40%      60%      80%      100%
Distância do estacionamento ao saguão, em metros	100m      80m      60m      40m      20m
Preço do estacionamento por hora, em R\$	R\$10      R\$8      R\$6      R\$4      Gratuito
Tempo de espera na parada de veículos, em minutos	8min      6min      4min      2min      0min
Número de agentes de segurança no saguão a cada 100 usuários diários	1      3      5      7      9
Funcionários para apoio disponíveis a cada 100 usuários diários	0      1      2      3      4
Carrinhos de bagagem disponíveis a cada 100 usuários diários	40      60      80      100      120
Assentos disponíveis no saguão a cada 100 usuários diários	10      40      70      100      130
Numero de displays de informações de voos disponíveis	2      6      10      14      18
Numero de sanitários por gênero	1      5      10      15      20
Tempo na fila e no balcão de atendimento (despacho de bagagem), em minutos	7min      6min      5min      4min      3min
Tempo na fila e no atendimento (Raio-x), em minutos	5min      4min      3min      2min      1min
Assentos disponíveis nas salas de embarque e desembarque a cada 100 usuários diários	10      20      30      40      50
Percentual acima do valor comercial dos preços dos produtos nas instalações	40%      20%      10%      5%      0%
Número de caixas eletrônicos disponíveis a cada 100 usuários diários	0,5      1      1,5      2      2,5
Tempo médio de atraso dos voos, em minutos	40min      20min      10min      5min      0min
<b>O que você tem a dizer sobre esse questionário?</b>	

Figura 2 – Questionário aplicado

Fonte: Elaborado pelos autores

Feito isso, deve-se criar uma escala linear entre os possíveis valores do ponto de vista e uma pontuação. Essa escala pode ser de quatro tipos: crescente, decrescente, triangular e constante. Para os quatro tipos, o valor máximo deve ser 100 e o mínimo, 0.

Considerando que o máximo da escala é  $M$  e o mínimo é  $m$ , temos que um valor

y, intermediário, terá pontuação, entre 0 e 100 de, x, onde:

$$x = 100 - \frac{100(M-y)}{M-m} \quad (3.1)$$

Assim, todos os indicadores terão, no final, uma escala de valores variando de 0 a 100, possibilitando a realização de comparações.

Tendo os resultados linearizados como mostrado acima, é necessário que se faça a avaliação dos mesmos a fim de identificar as prioridades e, assim, possibilitar, o direcionamento de esforços.

Para tanto, foi escolhida a análise de quartis como indicado por Gonçalves e Belderrain (2012). Nessa análise, após compilados os resultados finais de expectativas, percepção e qualidade, deve-se calcular o valor dos primeiros, segundos e terceiros quartis. Tendo os valores calculados, será possível indicar o nível de prioridade: crítica, alta, moderada ou baixa.

## 4 | APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PILOTO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Ao se construir um questionário, deve-se levar em consideração de que a aplicação do mesmo pode não ser viável para o público em questão. Por essa razão é necessário que se faça a aplicação do questionário piloto em um grupo reduzido do público para testar sua capacidade de traduzir de forma verídica os resultados esperados.

### 4.1 Objeto da pesquisa

O Aeroporto Eurico de Aguiar Salles localiza-se na parte continental da cidade de Vitória, capital do estado. Ele é o maior aeródromo do Espírito Santo com um fluxo de passageiros embarcado e desembarcados de aproximadamente 3,3 milhões em 2014 (Infraero, 2015).

O terminal de passageira conta, segundo a Infraero (2015), com uma área construída de 17 mil metros quadrados. O saguão é completamente climatizado e conta com 25 balcões de atendimento, uma sala de embarque e uma de desembarque. Além disso, o terminal conta com a presença de diversos prestadores de serviços terceirizados.

Diariamente, cerca de 30 voos passam pelo aeroporto, sendo eles com destino ou origem de diversos aeroportos das regiões Sudeste, Sul e Nordeste do país. A pista possui 1750m de comprimento e o pátio tem capacidade para 6 aeronaves. Essas características permitem uma capacidade anual de 2,9 milhões no fluxo de passageiros. No entanto, esse valor já foi superado desde 2011.

Com o objetivo de aumentar a capacidade instalada para atender aos usuários,

uma série de obras foi iniciada em 2005, prevendo a ampliação da pista, construção de uma segunda pista, reforma e ampliação do terminal de passageiros e ampliação do pátio. No entanto, o histórico de obras foi turbulento durante todo o período. A previsão de término de obras é setembro de 2017 com início de operação para janeiro de 2018, e avaliações como a mostrada nesse trabalho podem auxiliar no direcionamento de investimentos. Além do terminal de passageiros, o Aeroporto de Vitória conta com um terminal de cargas, do qual decolam e pousam voos de São Paulo e Miami.

Os aspectos citados acima são observados pelo cliente no momento da prestação do serviço, ou seja, quando há contato direto. São nesses momentos, chamados de momentos da verdade, que o cliente verifica se sua expectativa sobre o serviço foi atendida, assim surge a avaliação da qualidade do serviço.

#### 4.2 Resultado da aplicação do questionário piloto

O Questionário piloto foi aplicado a dez usuários do aeroporto em questão com diferentes características de utilização. Foram contemplados usuários que viajam frequentemente ou não, a negócios ou a lazer dentre outras características diferenciadoras.

Os resultados obtidos nas entrevistas, com os valores já devidamente linearizados conforme equação 3.1 encontram-se na figura 3.

Avaliador	Nível	Resultados Obtidos - Linearizados																																	
		I1		I2		I3		I4		I5		I6		I7		I8		I9		I10		I11		I12		I13		I14		I15		I16		I17	
		VL	G5	VL	G5	VL	G5	VL	G5	VL	G5	VL	G5	VL	G5	VL	G5	VL	G5	VL	G5	VL	G5	VL	G5	VL	G5	VL	G5	VL	G5	VL	G5	VL	G5
1	Expectativa	25	-25	6,25	93,8	25	0	100	-90	100	-50	25	-12,5	50	-25	25	25	58,3	-33,3	25	0	10,5	0	100	-100	50	0	50	0	87,5	-37,5	75	0	75	25
	Percepção	0		100		25		10		50		12,5		25		50		25		25		10,5		0		50		50		50		75		100	
2	Expectativa	50	-25	100	0	75	25	100	-20	62,5	12,5	62,5	-50	75	-50	0	25	58,3	50	50	-8,33	50	-25	73,7	-26,3	25	-25	50	-50	100	-50	87,5	-75	100	-25
	Percepção	25		100		100		80		75		12,5		25		25		50		50		25		47,4		25		50		75		75		100	
3	Expectativa	12,5	-12,5	100	0	100	-50	100	-60	100	-12,5	50	-12,5	50	-25	25	-25	25	-25	25	-25	50	-25	47,4	-26,3	75	-50	75	-25	25	-25	75	-75	25	-25
	Percepção	0		100		50		40		75		0		25		25		25		0		25		21,1		25		50		0		0		75	
4	Expectativa	25	0	0	75	25	-25	100	-100	68,8	-68,8	37,5	-12,5	100	-25	87,5	-62,5	83,3	-8,33	37,5	-31,3	21,1	-15,8	75	-50	50	-25	87,5	12,5	87,5	-87,5	75	0	62,5	-12,5
	Percepção	25		75		0		0		0		25		75		25		75		6,25		5,26		25		100		100		0		75		50	
5	Expectativa	75	-50	87,5	-37,5	62,5	-80	80	-80	0	0	62,5	-37,5	100	-62,5	75	-31,3	75	-58,3	100	-62,5	36,8	-21,1	50	-50	87,5	-87,5	100	-62,5	100	-37,5	75	75	0	-75
	Percepção	25		50		0		0		0		25		37,5		43,8		16,7		37,5		15,8		0		0		37,5		62,5		75		75	
6	Expectativa	12,5	-12,5	50	-50	87,5	0	50	-50	12,5	-12,5	50	-37,5	100	-50	100	-25	4,17	-4,17	25	-25	47,4	-26,3	50	-125	100	-100	75	-25	87,5	-87,5	75	-50	100	-50
	Percepção	0		0		87,5		0		0		12,5		50		75		0		0		21,1		-75		0		50		0		25		50	
7	Expectativa	12,5	75	62,5	-56,3	113	-25	30	-20	37,5	-188	87,5	-75	87,5	-75	12,5	-60	33,3	-34,2	87,5	-25	31,6	57,9	62,5	-62,5	12,5	-12,5	87,5	-65	12,5	0	100	0	12,5	0
	Percepção	87,5		6,25		87,5		10		-150		12,5		12,5		-47,5		-0,83		62,5		89,5		0		22,5		22,5		12,5		100		12,5	
8	Expectativa	25	-25	100	0	25	0	60	-20	50	-50	75	-25	25	0	25	0	12,5	-12,5	37,5	-25	15,8	-10,5	0	0	0	0	50	-25	0	0	75	-50	75	-25
	Percepção	0		100		25		40		0		25		25		25		0		12,5		5,26		0		0		25		0		25		50	
9	Expectativa	12,5	-12,5	100	-12,5	25	37,5	80	-60	50	-25	25	-12,5	75	-50	25	-25	75	-58,3	75	-62,5	21,1	-15,8	50	-50	75	-75	100	-50	81,3	-81,3	50	-50	100	-37,5
	Percepção	0		87,5		62,5		20		25		12,5		25		0		16,7		12,5		5,26		0		100		100		0		0		62,5	
10	Expectativa	12,5	-12,5	100	0	25	30	50	0	12,5	75	50	-25	58,3	-37,5	25	-33,3	25	-25	50	-25	21,1	-15,8	50	-50	100	0	100	-50	50	-37,5	75	-50	75	-25
	Percepção	0		100		75		30		12,5		0		50		12,5		25		25		5,26		0		100		100		12,5		25		50	
Méd.	Expectativa	26,3	-10	70,6	1,25	56,3	-5	73	-50	53,1	-43,1	45	-30	73,8	-38,8	45	-21,6	48,3	-27,6	53,8	-30,6	32,6	-10	53,8	-56,3	60	-37,5	77,5	-34	66,9	-51,9	65	-17,5	77,5	-25
	Percepção	16,3		71,9		51,3		23		10		15		35		23,4		20,8		23,1		22,6		-2,5		22,5		43,5		15		47,5		52,5	

Nível	Médias dos Resultados																	Quartis		
	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	Q1	Q2	Q3
Expectativa	26,25	70,63	56,25	73,00	53,13	45,00	73,75	45,00	48,33	53,75	32,63	53,75	60,00	77,50	66,88	65,00	77,50	48,3	56,3	70,6
Percepção	16,25	71,88	51,25	23,00	10,00	15,00	35,00	23,38	20,75	23,13	22,63	-2,50	22,50	43,50	15,00	47,50	52,50	16,3	23	43,5
Qualidade	-10,00	1,25	-5,00	-50,00	-43,13	-30,00	-38,75	-21,63	-27,58	-30,63	-10,00	-56,25	-37,50	-34,00	-51,88	-17,50	-25,00	-38,8	-30	-17,5

Legenda				
Prioridade	Crítica	Alta	Moderada	Baixa
Cor				

Figura 03 - Resultados obtidos

Fonte: Elaborado pelos autores

Mesmo se tratando apenas de um pré-teste do questionário, já é possível de identificar algumas informações importantes. Como exemplo, pode-se observar que nos itens 1 e 11, cujas expectativas são baixas por parte dos usuários há uma qualidade em nível de prioridade baixa, isso ao mesmo tempo que os itens 4 e 7, de alta expectativa pelos usuários, possuem qualidade em nível de prioridade crítico e alto, respectivamente.

No entanto, o principal objetivo da aplicação do questionário piloto é a observação de detalhes dos questionários pelos entrevistados. As principais observações registradas são as seguintes:

- a. Alguns itens não apresentam os valores de expectativas/percepções de todos os entrevistados. Dentre eles podem ser citados os itens 5, 13, 14, 15 e 17.
- b. Citou-se a necessidade de perguntas qualitativas, preferencialmente a respeito do conforto.
- c. Citou-se a necessidade de conhecimento de dados extremamente específicos para a possibilidade de responder alguns itens, como a quantidade de assentos e de carrinhos de bagagens.
- d. Citou-se uma necessidade de maiores explicações e esclarecimento antes do início da pesquisa, para dizimar as dúvidas tanto quanto à diferença entre expectativa e percepção como quanto a forma de preenchimento.
- e. Citou-se a possibilidade de mudança das unidades de medida, como por exemplo no item 1, em vez de usar a medida de agentes a cada 100 usuários diários, utilizar a quantidade de agentes a cada metro quadrado.

Apesar destas observações supracitadas, a avaliação do questionário foi positiva, tendo, a grande maioria dos entrevistados, achado que o instrumento era completo e esclarecedor, abrangendo as áreas principais do objeto de estudo e, assim, podendo possibilitar uma avaliação confiável.

## 5 | CONCLUSÃO

No presente artigo, buscou-se construir um questionário para a avaliação da qualidade no Aeroporto Eurico de Aguiar Salles e sua validação por meio da aplicação do questionário piloto.

No que se refere à construção do questionário, ficou evidente a dificuldade em se mensurar a qualidade em serviços. No entanto, buscou-se o desenvolvimento de um questionário baseado em escala, para facilitar o entendimento pelo entrevistado. Além disso, utilizou-se da técnica SMARTS que permite linearizar todas as escalas, obtendo um resultado final baseado em uma escala de 0 a 100 para todos os itens, independentemente de seus valores reais.

Além disso, a análise de quartis se mostrou uma estratégia de grande importância e ajuda no momento da avaliação dos resultados, possibilitando a identificação rápida dos itens de maior ou menor prioridade, possibilitando a focalização de esforços para a melhoria da qualidade.

Tais fatos, aliados a utilização do modelo SERVQUAL, resultam em um modelo de avaliação inédito, que ao ser posto em prova no pré-teste, obteve feedbacks positivos por parte dos entrevistados, os quais expressaram poder emitir sua opinião de forma mais clara e objetiva, aumentando a confiabilidade da avaliação.

Dito isso, indica-se a continuidade da pesquisa como sugestão de trabalhos futuros, realizando as devidas alterações no questionário, de acordo como os comentários obtidos na aplicação do piloto, e a sua conseqüente aplicação em uma amostra estatística de usuários, para, assim, obter a avaliação completa da qualidade do objeto de estudo.

## REFERÊNCIAS

COSTA, D. G. M. da et al. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS EM AEROPORTOS DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL. **Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial**, Florianópolis, v. 5, n. 9, p.89-112, jan. 2013.

CROSBY, PHILIP B. **Qualidade é Investimento**. New York: McGraw-Hill. (1986)

DEMING, W.E . Dr. Deming: o americano que ensinou a qualidade total aos japoneses. Rio de Janeiro: Record, 1993.

EDWARDS, W, BARRON, F.H. **SMARTS and SMARTER**: Improved simple methods for multiattribute utility measurements, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 60. 1994. p306-325.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G. N.; NORONHA, S. M. **Apoio à decisão**: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas. Florianópolis: Insular, 2001.

ESTUDO do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: Relatório Consolidado. Relatório Consolidado. Rio de Janeiro: McKinsey&Company, 2010. 380 p.

FEIGENBAUM, A. V. Controle da qualidade total: gestão e sistemas. São Paulo: Markon, 1994.

GONÇALVES, T. J. M.; BELDERRAIN, M. C. N. Avaliação da Qualidade em Lan Houses através da adaptação do instrumento SERVQUAL. **Produção Online**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p.248-268, jan./mar. 2012.

GONÇALVES, T. J. M.; FREITAS, A. L. P.. Emprego de um sistema web para aplicação de questionários na avaliação da qualidade em serviços. **Ingepro: Inovação, gestão e produção**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p.108-120, jan. 2010. Mensal.

HEIZER, J; RENDER B; **Administração de Operações**. Rio de Janeiro: LTC, 2001, 647p.

JURAN, J. M. **Juran Controle da Qualidade Handbook**. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991, Vol. II. p. 159 - 224.

KOTLER, P. **Marketing**: Ed. Compacta. São Paulo:Atlas, 1988.

MCKINSEY & COMPANY (Brasil). Bndes. Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: Relatório consolidado. Rio de Janeiro: Mckinsey & Company, 2010. 380 p.

PARASURAMAN, A.; ZEITHAMIL, V. A.; BERRY, L. L.. SERQUAL: A Multiple-item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. **Journal Of Retailing**, Cambridge, v. 64, n. 1, p.12-40, maio 1985.

SALOMI, G. G. E.; MIQUEL, P. A. C.; ABACKERLI, A. J.. SERVQUAL X SERVPERF: Comparação entre instrumentos para Avaliação da Qualidade de Serviços Internos. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 12, n. 2, p.279-293, maio/ago. 2015.

## MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO PARA ESCOLHA DE UM TRANSPORTADOR TERCEIRIZADO ATRAVÉS DO MÉTODO PROMETHEE

II

**Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi**  
(UFMS), Engenharia de Produção, Nova  
Andradina-MS

**Monica Frank Marsaro**  
(UEMA), Engenharia de Produção, Maranhão-MA

**RESUMO:** As empresas têm buscado aperfeiçoar seus sistemas de entrega com a finalidade de torná-los mais eficientes e eficazes, de maneira que a necessidade de se concentrar em suas competências centrais e a limitação dos recursos orçamentais conduzem as empresas a buscar novas estratégias ou melhorar as existentes. Sob esse enfoque, a terceirização das atividades logísticas relacionadas à distribuição física apresenta-se como alternativa viável. Neste sentido, considerando que a decisão de terceirizar envolve múltiplos critérios, que por muitas vezes podem ter características conflitantes, torna-se fundamental a utilização de um método formal de apoio à decisão que viabilize a tomada de decisão mais acertada diante do cenário analisado. Dessa forma, este trabalho propõe um modelo multicritério de apoio à decisão para auxiliar na escolha de um transportador terceirizado para uma empresa do setor alimentícios. Para tanto, o método aplicado nesse estudo foi o PROMETHEE II (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) através do software

*Visual Promethee*. O resultado demonstrou que o método pode ser utilizado, fornecendo a melhor alternativa, levando em consideração o comportamento de decisor, para a tomada de decisão gerencial, que no caso foi a alternativa A1.

**PALAVRAS-CHAVE:** Terceirização, Apoio à Decisão Multicritério, PROMETHEE

**ABSTRACT:** The companies have sought to streamline their delivery systems for the purpose of becoming more efficient and subsequent, so that their strategies turn to the existing central and future sources. Under this approach, the outsourcing of logistics activities related to physical distribution is a viable alternative. In this sense, considering that the decision to outsource involves multiple criteria, which can often have conflicting characteristics, it becomes fundamental to use a formal method of decision support that enables the most appropriate decision-making in the scenario analyzed. Thus, this paper proposes a multicriteria decision support model to assist in the selection of an outsourced transporter for a company in the food sector. To that end, the method applied in this study was the PROMETHEE II (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) through *Visual Promethee* software. The result showed that the method can be used, providing the best alternative, taking into

account the behavior of decision maker, for managerial decision making, which in this case was the alternative A1.

**KEYWORDS:** Outsourcing, Multicriteria Decision Support, PROMETHEE.

## 1 | INTRODUÇÃO

A administração de transporte é o braço operacional da função de movimentação realizada pela atividade logística. Sua principal responsabilidade é garantir, todo dia, que as operações de transporte sejam executadas eficaz e eficientemente (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

Pode-se dizer que o principal problema com que o gerente de transporte acaba inicialmente confrontando-se é a seleção do operador que realizará o transporte da mercadoria (distribuição física) da empresa. Geralmente, essa escolha ocorre levando em consideração a disponibilidade de frota própria ou então de serviço terceirizado, sendo que este deve ser avaliado com base no balanço entre seus custos e seu desempenho. Porém essa escolha não é uma questão em que se seleciona a alternativa de mínimo custo dentre os disponíveis, ou de mínimo custo dado certo requisito de desempenho. Os transportadores podem ser selecionados com base em outros fatores, não relacionados diretamente com o seu custo ou desempenho, dentre eles: flexibilidade do operador, crédito, reciprocidade ou relacionamento de longo prazo com o transportado, entre outros (BALLOU, 1993).

A utilização de vários fatores para a seleção de fornecedores, como o de transporte por exemplo, de acordo com (Lima Júnior & Osiro, 2013), tem sido avaliada em estudos como um problema de decisão que leve em consideração diversos critérios de avaliação, que devem ser considerados na escolha da empresa fornecedora. Esta é uma das características dos Métodos de Apoio à Decisão Multicritério, em que, muitas vezes, esses critérios podem até ser conflitantes entre si, em que um pode ser de maximização enquanto outro de minimização (ALMEIDA, 2013; SOUZA et al., 2013).

Diante disso, percebe-se a importância de se aplicar uma abordagem multicritério no processo de seleção de transportador, proporcionando inclusive a obtenção de uma visão mais crítica sobre os possíveis operadores de transporte em relação ao nível de desempenho esperado nos critérios de seleção. Para tanto, o método aplicado nesse estudo para realizar a seleção é o PROMETHEE II (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*).

Este artigo está dividido em 4 seções. A primeira seção é a introdução; na segunda é realizada uma revisão da literatura discutindo os principais conceitos de Terceirização do Transporte, além de uma breve revisão sobre Problema de decisão multicritério, enfatizando o método PROMETHEE I e II; na terceira seção é apresentada a aplicação numérica, os resultados e as discussões, e, por fim, na quarta seção tem-se as conclusões do estudo.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção faz-se um breve levantamento da literatura sobre a terceirização no setor de transporte e sobre o problema de decisão multicritério enfatizando no método PROMETHEE.

### 2.1 Terceirização das atividades de transporte

Segundo Ballou (1993) o transporte é geralmente o elemento mais importante nos custos logísticos para a maioria das empresas. Ainda segundo este autor, a movimentação de fretes absorve entre um e dois terços dos custos logísticos, de maneira que, a função transporte é a principal função logística, sendo seu objetivo maior entregar o produto certo, na quantidade certa, na hora certa, no lugar certo ao menor custo possível. Assim, as empresas buscam a vantagem competitiva através da terceirização do transporte (usando os prestadores de serviços logísticos) ou de novas formas de estruturar o transporte, como a multimodalidade e a intermodalidade com a emissão de apenas um documento por conta de um Operador de Transporte Multimodal.

A terceirização foi difundida e se consolidou em diversos setores, inclusive na área de transporte, que considera o terceiro setor como um prestador de serviços logísticos. Importante ressaltar que ela não necessariamente implica no surgimento de integração e colaboração na cadeia de suprimentos, considerando-se que tais relacionamentos envolvem um grau limitado de compartilhamento de informações. Apesar das empresas que terceirizam funções necessitarem manter relacionamentos saudáveis com os prestadores de serviço, o mesmo é especificado em termos de desempenho e custo, ganhando força as relações de poder, na qual o comprador assume o papel de líder (BOWERSOX et al., 2007).

Os serviços logísticos terceirizados desempenham total ou parcialmente a função de gerenciar o suprimento e a distribuição física. As empresas buscam soluções externas para suas atividades quando a relação custo/eficiência é desfavorável em comparação com a terceirização, para manter o foco em suas competências centrais e quando ocorrem problemas financeiros (LAMBERT, 2008).

Além disso, a terceirização de algum serviço da empresa possibilita que esta se qualifique nas suas funções fim, possibilitando melhorias relacionadas aos conhecimentos que as empresas terceirizadas já possuem em seus ramos, assim como contribuindo para alcançar objetivos estratégicos e melhoria da competitividade da organização (OLIVEIRA NETO et al., 2015). A seleção de fornecedores de transporte terceirizado passa por um processo vital dentro da organização, pois a seleção de fornecedor errado pode acabar por estragar de alguma maneira a posição organizacional e financeira da empresa, e em contrapartida a seleção de fornecedores certos pode reduzir os custos de compra, melhorar a competitividade e aumentar a satisfação dos consumidores (ARAUJO; ALENCAR, 2012).

Sendo que a decisão de seleção de um operador logístico para a empresa pode impactar a longo prazo nas decisões da organização, ficando claro a necessidade de utilizar um método que possa apoiar os tomadores de decisão a tomarem uma decisão mais assertiva baseada em dados e informação.

## 2.2 Problema de Decisão Multicritério

O problema de decisão multicritério define-se por um processo de escolha da melhor relação entre alternativas e critérios. Quando se modela um problema de decisão multicritério, várias problemáticas (ou formulação de problemas) podem ser consideradas, como por exemplo, a escolha, classificação, ordenação e descrição (ALMEIDA, 2013).

A decisão multicritério se expressa a partir de uma modelagem de preferência, a qual exprime relações entre duas alternativas. Estas relações podem ser de preferência: uma alternativa é preferível a outra; de indiferença: uma alternativa é igualmente preferível a outra; de incomparabilidade: o decisor não tem condições de comparar o par de alternativas (KEENEY; RAIFFA, 1976; SAATY, 1980; VINCKE, 1992; ROY, 1996; BASTOS; ALMEIDA, 2002; BELTON; STEWART, 2002; ALMEIDA, 2013).

Para elaboração de um problema de decisão multicritério tem-se o conjunto das alternativas de ação, o conjunto das consequências e o conjunto dos critérios, esse último atende as propriedades de exaustividade e não redundância. Um critério é um padrão de julgamento, no contexto de tomada de decisão que indica um meio ou forma de julgar, no qual uma alternativa de ação pode ser julgada como mais ou menos desejável que outra. Logo, o critério é definido como uma função sobre o conjunto de alternativas de ação e representa a preferência do decisor de acordo com um ponto de vista. Um problema de decisão com alternativas discretas e consequências determinísticas pode ser apresentado por uma matriz de consequências, como na Tabela 1 ou por uma matriz de decisão (BELTON; STEWART, 2002; ALMEIDA, 2013).

Alternativas	Critérios			
	C1	C2	...	Cm
A1	V1(A1)	V2(A1)	...	Vm(A1)
A2	V1(A2)	V2(A2)	...	Vm(A2)
...	...	...	...	...
An	V1(An)	Vn(An)	...	Vm(An)

Tabela 1 – Matriz de decisão

Fonte: ALMEIDA (2013)

Existem dois tipos de avaliações para resolver um problema de decisão multicritério: (i) a avaliação intracritério ocorre através da avaliação de cada alternativa  $i$  para cada critério  $j$ , o que leva a uma função valor  $v_j(a_i)$ , baseada na avaliação das consequências e (ii) a avaliação intercritério considera a associação entre os diferentes

critérios por meio de um método de agregação desses critérios, que possibilitam a comparação entre as alternativas, por meio de uma pontuação global para cada alternativa ou por um procedimento que compare as alternativas sem atribuir um valor global (ALMEIDA, 2013). Para tal deve-se escolher um método de agregação destes critérios, isto é, um método MCDA.

Os principais métodos de apoio à decisão multicritério são classificados em três grandes grupos a saber: Critério Único de Síntese, Métodos de Sobreclassificação e os Interativos (ROY, 1996 BELTON; STEWART, 2002). Outra classificação amplamente utilizada é a divisão entre métodos compensatórios e não compensatórios (ALMEIDA, 2013)

A sobreclassificação que é definida, segundo Mota e Almeida (2007), como métodos que são embasados na construção de uma relação de sobreclassificação que incorpora as preferências estabelecidas pelo decisor diante dos problemas e das alternativas disponíveis. O método PROMETHEE utilizado no estudo desse artigo é classificado como de Sobreclassificação, em que mais detalhes são apresentados a seguir.

### 2.3 Método PROMETHEE

Os métodos PROMETHEE I e II (*Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation*) têm como base duas etapas: primeiramente a construção de uma relação de sobreclassificação agregando informações entre as alternativas e os critérios, e logo após o uso dessa relação no apoio a decisão. Estes métodos efetuam uma relação de sobreclassificação agregando valor, com base em conceitos que podem ser interpretados de forma física ou econômica, pelo eventual decisor (ALMEIDA, 2013).

Ainda segundo Almeida (2013) na estrutura de avaliação dos métodos PROMETHEE I e II o decisor deve estabelecer para cada critério um  $P_i$  e  $F_i(a,b)$ . Sendo  $P_i$  o peso ou a importância do critério e  $F_i(a,b)$  é a função da diferença  $[g_i(a) - g_i(b)]$  entre o desempenho das alternativas para cada critério  $i$ . Existem seis formas básicas para a função  $F_i(a,b)$  (apresentadas na Tabela 2) que assumem valores entre 0 e 1. O valor de  $F_i(a,b)$  cresce ou se iguala a zero de acordo com diferença de desempenho, se o desempenho for maior com relação a outra alternativa o valor aumenta, e, é igual a zero, se o desempenho de uma alternativa é menor ou igual a outra alternativa do par.

1 – Critério usual não há parâmetro a ser definido	$g_f(a) - g_f(b) > 0$ $g_f(a) - g_f(b) \leq 0$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0$
2 – Quase-critério define-se o parâmetro q (limite de indiferença)	$g_f(a) - g_f(b) > q$ $g_f(a) - g_f(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0$
3 – Limite de preferência define-se o parâmetro p (limite de preferência)	$g_f(a) - g_f(b) > p$ $g_f(a) - g_f(b) \leq p$ $g_f(a) - g_f(b) \leq 0$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = \frac{g_j(a) - g_j(b)}{p}$ $F(a,b) = 0$
4 – Pseudocritério definem-se os parâmetros q (limite de indiferença) e p (limite de preferência)	$ g_f(a) - g_f(b)  > p$ $q <  g_f(a) - g_f(b)  \leq p$ $ g_f(a) - g_f(b)  \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 1/2$ $F(a,b) = 0$
5 – Área de indiferença definem-se os parâmetros q (limite de indiferença) e p (limite de preferência)	$ g_f(a) - g_f(b)  > p$ $q <  g_f(a) - g_f(b)  \leq p$ $ g_f(a) - g_f(b)  \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = ( g_f(a) - g_f(b)  - q)/(p - q)$ $F(a,b) = 0$
6 – Critério Gaussiano O desvio-padrão deve ser fixado	$g_f(a) - g_f(b) > 0$ $g_f(a) - g_f(b) \leq 0$	<i>A preferência aumenta segundo uma distribuição normal</i> $F(a,b) = 0$

Tabela 2 – Critérios Gerais

Fonte: ALMEIDA; COSTA (2002)

O PROMETHEE I impulsiona a relação de sobreclassificação, classificando e reconhecendo que algumas alternativas são incomparáveis com outras. Já no PROMETHEE II efetua-se uma pontuação para cada alternativa, usada para desenvolver a ordenação de preferência das alternativas, não permitindo a incomparabilidade (BASTOS; ALMEIDA, 2002).

Comparando as alternativas  $a$  e  $b$ , o grau de sobreclassificação  $\pi(a,b)$  é dado pela equação 1:

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n P_i F_i(a, b) \quad (1)$$

Em que (equação 2):

$$\sum_{i=1}^n P_i = 1 \quad (2)$$

Logo são feitos os Fluxos de Sobreclassificação:

- Fluxo de sobreclassificação positivo  $\phi^+(a)$ : que representa a intensidade de preferência da alternativa  $a$  sobre todas as alternativas;
- Fluxo de sobreclassificação negativo  $\phi^-(a)$ : Representa a intensidade de preferência de todas as alternativas sobre a alternativa  $a$   $\phi^-(a) = \sum_{b \in A} \pi(b, a)$ .

Para o cálculo do PROMETHEE I, dois fluxos de sobreclassificação são construídos:

- Fluxo de sobreclassificação positivo  $\phi^+(a)$ ;
- Fluxo de sobreclassificação negativo  $\phi^-(a)$ .

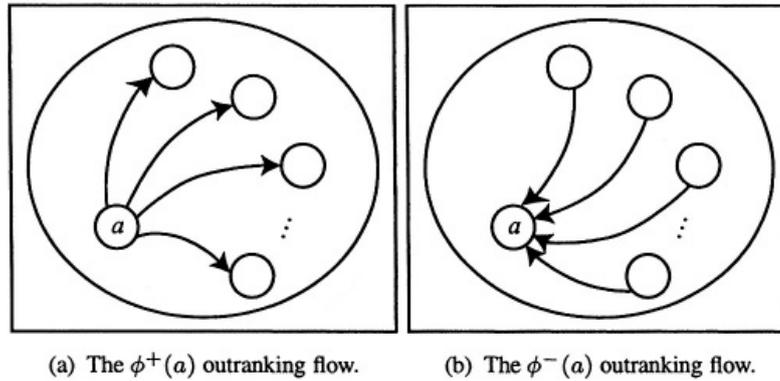


Figura 1 – Representação dos fluxos de sobreclassificação  
 Fonte: BRANS; MARESCHAL (2002)

Ambos os fluxos de sobreclassificação não levam usualmente à mesma classificação. Dentre as classificações tem -se: Preferência ( $P^I$ ), indiferença ( $I^I$ ) e incomparabilidade ( $R^I$ ).

$$\left\{ \begin{array}{l} aP^I b \quad \text{se} \quad \left\{ \begin{array}{l} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) < \phi^-(b); \text{ ou} \\ \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) < \phi^-(b); \text{ ou} \\ \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) = \phi^-(b). \end{array} \right. \\ \\ aI^I b \quad \text{se} \quad \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) = \phi^-(b). \\ \\ aR^I b \quad \text{se} \quad \left\{ \begin{array}{l} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(b) < \phi^-(a); \text{ ou} \\ \phi^+(b) > \phi^+(a) \text{ e } \phi^-(a) < \phi^-(b). \end{array} \right. \end{array} \right.$$

O PROMETHEE I é uma ferramenta bastante útil, mas não realiza uma decisão em si, fica ao cargo e responsabilidade do decisor qual ação realizar (BRANS; MARESCHAL, 2005). Enquanto, o método PROMETHEE II é baseado numa sobreclassificação completa entre as alternativas, logo se obtém uma ordenação decrescente das mesmas. Utilizando o fluxo de sobreclassificação líquido  $\phi(a)$  para tal ordenação (Equação 3):

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \tag{3}$$

Quanto maior o fluxo de sobreclassificação líquido, melhor será a alternativa, assim tem-se:

$$\left\{ \begin{array}{l} aP^{II} b, \text{ se } \phi(a) > \phi(b); \\ aI^{II} b, \text{ se } \phi(a) = \phi(b). \end{array} \right.$$

Uma das maiores dificuldades do uso do PROMETHEE pode ser a dificuldade do decisor em entender as funções de preferência, fato que funciona como uma barreira para seu melhor aproveitamento, uma vez que sua robustez é sobremaneira apoiada nos limites de indiferença e preferência.

### 3 | APLICAÇÃO NUMÉRICA

A aplicação numérica será baseada em um contexto que envolve uma empresa do setor alimentício que possui um centro de distribuição, e precisa fornecer os produtos a vários pontos de venda distribuídos em pontos geográficos distintos. Dessa maneira, alguns critérios foram levantados sendo eles: Impacto de venda, Custo, Qualidade, *Transit time*, Flexibilidade, cujo objetivo é buscar a alternativa (A1 a A6) que possua melhor desempenho, sendo que a utilização de critérios usuais é o mais adequado.

Os critérios, com exceção de Custo, foram avaliados de acordo com uma escala variando de 1 a 9, conforme apresenta a Tabela 3, sendo que os valores intermediários não apresentados na tabela representam posições intermediárias entre os que foram apresentados.

Escala	Valor
Desprezível	1
Fraco	3
Regular	5
Bom	7
Muito bom	9

Tabela 3 – Escala de avaliação dos critérios

Após conversa entre o analista e o decisor (gerente de logística) verificou-se que não há compensação entre os critérios levantados, e, portanto, um método de apoio à decisão não compensatório, tal como o PROMETHEE, pode ser aplicado. Devido a característica do método, não é necessário realizar procedimento para elicitação dos pesos, sendo esse fornecido pelo próprio decisor.

As alternativas representam as possíveis empresas de transporte terceirizado que podem ser contratadas para realizar o serviço de transporte dos produtos. Foram identificadas seis possíveis empresas transportadoras, representadas no modelo por A1 até A6.

Sendo assim, a Tabela 4 apresenta os valores dos pesos, e a avaliação intracritério das alternativas (A1 a A6) e a característica de minimização ou maximização dos critérios, fornecida pelo especialista após avaliação com o decisor.

Alternativas	Critérios				
	Impacto nas vendas	Custo	Transit time	Qualidade	Flexibilidade
A1	3	R\$ 5.000,00	8	9	9
A2	9	R\$ 12.000,00	6	2	3
A3	8	R\$ 8.000,00	4	1	2
A4	7	R\$ 9.500,00	4	2	8
A5	9	R\$ 18.000,00	5	9	6
A6	1	R\$ 7.500,00	3	4	2
Min/Max	Maximizar	Minimizar	Minimizar	Maximizar	Maximizar
Pesos	0,263	0,211	0,211	0,158	0,158

Tabela 4 – Dados de *input* para modelo

Para auxílio na execução do método escolhido, foi utilizado o *software Visual PROMETHEE*, com o objetivo de fornecer os fluxos positivo, negativo e líquido para ordenação das alternativas, a Tabela 5 apresenta esses resultados. Observa-se que a alternativa A1 apresenta o melhor desempenho e a alternativa A2 o menor desempenho, assim o analista deve aconselhar que o decisor escolha A1 como alternativa prioritária para realizar o serviço de transporte.

Rank	Alternativas	$\phi^+$	$\phi^-$	$\phi$
1	A1	0,5474	0,4211	0,1263
2	A5	0,5158	0,4000	0,1158
3	A4	0,4737	0,4526	0,0211
4	A6	0,4737	0,4947	-0,0211
5	A3	0,4105	0,5158	-0,1053
6	A2	0,3895	0,5263	-0,1368

Tabela 5 – Resultado da aplicação do método PROMETHEE II

A Figura 2 apresenta o Plano Gaia para o problema de decisão envolvido. É possível verificar que o eixo  $\pi$  (reta em vermelho na Figura 2) apresenta o eixo de decisão, ou seja, a alternativa que tiver a direção mais próxima a esse eixo, apresenta o melhor resultado. Assim, A1 é a alternativa que possui a direção mais próxima a esse eixo, sendo esta a melhor alternativa, como já apresentado na Tabela 5 acima. É importante ressaltar também que o valor da medida de qualidade do gráfico do Plano Gaia foi  $\Delta = 81,1\%$ . Como regra, segundo Araújo e Almeida (2009), se  $\Delta$  for mais alto que 70% a qualidade do gráfico pode ser considerada como adequada.

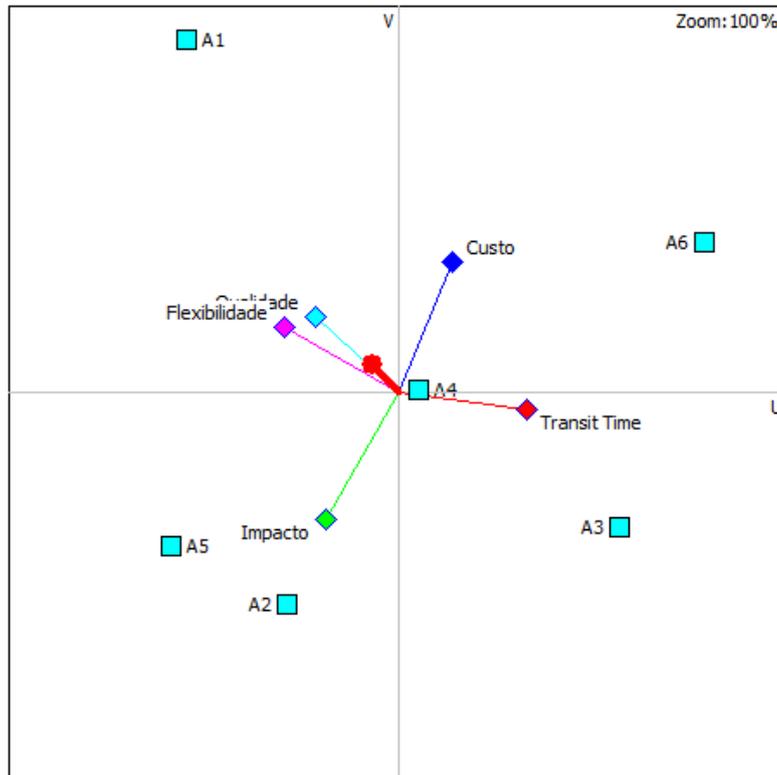


Figura 2 – Plano Gaia

Um outro gráfico importante que o *software* fornece é o *PROMETHEE Rainbow*, apresentado na Figura 3. Nele é possível identificar a contribuição que cada critério tem para o resultado final do modelo. Em relação a alternativa A1 pode-se observar que os critérios que precisam ser melhorados são Impacto de vendas e *Transit Time*, pois estes têm impacto negativo no desempenho, enquanto que os critérios Flexibilidade, Qualidade e Custo possuem impacto positivo.

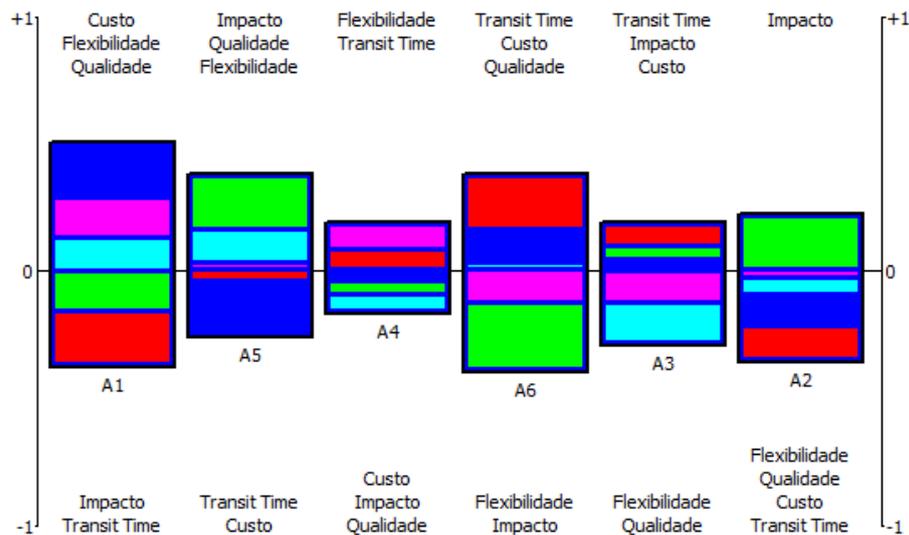


Figura 3 – PROMETHEE *Rainbow*

Uma importante ferramenta de um trabalho que envolve Pesquisa Operacional, trata-se da Análise de sensibilidade, a qual fornece informações relacionadas à variações dos parâmetros sem modificar o resultado final do modelo. Nesse sentido, a Tabela 6 apresenta as possíveis variações nos pesos dos critérios sem modificar o *ranking* completo do PROMETHEE II, sendo que o peso do critério Qualidade tem a maior variação possível e o critério *Transit Time* tem a menor variação possível.

Critério	Variação do peso	
	Para menos (%)	Para mais (%)
Impacto de vendas	22,25	26,87
Custo	20,63	24,96
<i>Transit time</i>	18,44	22,19
Qualidade	9,37	20,09
Flexibilidade	14,57	20,09

Tabela 6 – Análise de sensibilidade dos pesos

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A terceirização de serviços está cada vez mais presente nas empresas, e ao longo dos anos vem passando por grandes mudanças, devido ao crescimento do mercado para este segmento. Logo, observa-se que os serviços de terceirização, tanto de processo quanto de atividades têm-se mostrado como uma das fontes importantes de inovação na tentativa de diferenciação competitiva das empresas.

Diante deste contexto, da seleção de transportador, uma decisão estratégica da empresa e que envolve diversos fatores que devem ser analisados, deve ser realizada de forma cuidadosa para não sofrer com problemas de qualidade na execução do serviço ou mesmo perda de confiabilidade. Isso devido ao fato de que o uso adequado de um sistema de distribuição eficiente reduz os custos e melhora o desempenho da organização.

Nesse sentido, a utilização de um método de apoio à decisão multicritério se mostra satisfatório como apresentado nesse artigo, pois a seleção do transportador se dá através da utilização de uma metodologia já consagrada na bibliografia da área, assim como proporciona a possibilidade de análise dos resultados apresentados.

A partir das seis alternativas de transportador candidatos para a empresa escolher, avaliados por cinco critérios, o método utilizado apresentou um resultado satisfatório, sendo a alternativa A1 com o melhor desempenho e a alternativa A2 o pior desempenho. Sendo assim, aconselha-se que o decisor escolha A1 como alternativa

prioritária para realizar o serviço de transportes. Enquanto que foi possível verificar na análise de sensibilidade que o peso do critério Qualidade tem a maior variação possível e o critério Transit Time tem a menor variação possível.

Pode se concluir então, que a utilização do PROMETHEE proporciona bons resultados para a análise, fornecendo um subsídio para a tomada de decisão gerencial frente à escolha do fornecedor de transporte. Para trabalhos futuros recomenda-se uma análise para identificação e utilização de restrições, como contratuais, fiscais e temporais, que possam fazer parte deste contexto de decisão.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. T. **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. São Paulo: Atlas, 2013

ALMEIDA, A. T. & COSTA, A. P. C. S. **Modelo de decisão multicritério para a priorização de sistemas de informação com base no método PROMETHEE**. *Gestão & Produção*, pp. 201-214, 2002.

ARAUJO, M. C. B. & ALENCAR, L. H. **Modelo de seleção de fornecedores utilizando o PROMETHEE para decisão em grupo**. XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2012

BALLOU, R. H. **Logística Empresarial: Transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.

BASTOS, L. N. V. & ALMEIDA, A. T. **Utilização do método PROMETHEE II na análise das propostas de preços em um processo de licitação**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2002.

BELTON, V. & STEWART, T. J. **Multiple Criteria Decision Analysis**. Kluwer Academic Publisher, 2002.

BOWERSOX, D. J. & CLOSS, D. J. **Logística empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2001.

BOWERSOX, D. J., CLOSS, D. J. & COOPER, M. B. **Gestão da cadeia de suprimento e logística**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BRANS, J. P. & MARESCHAL, B. **PROMÉTHÉE-GAIA: une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples**. Bruxelles: Éditions de L'Université de Bruxelles, 2002.

BRANS, J. P. & MARESCHAL, B. **PROMETHEE Methods**. Em: J. Figueira, S. Greco & M. Ehrgott, eds. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the art Surveys*. Londres: Springer, pp. 163-196, 2005.

KEENEY, R. L. & RAIFFA, H. **Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs**. Nova York: John Wiley, 1976.

LAMBERT, D. M. **An executive summary of supply chain management: process, partnerships, performance**. Em: *Supply Chain Management Institute*. Sarasota, USA, pp. 1-24, 2008.

LIMA JÚNIOR, F. R. & OSIRO, L. C. L. C. R. **Métodos de decisão multicritério para seleção de**

**fornecedores: um panorama do estado da arte.** Gestão e Produção, pp. 781-801, 2013.

MOTA, C. M. M. & ALMEIDA, A. T. **Método multicritério ELECTRE IV-H para priorização de atividades em projetos.** Pesquisa Operacional, pp. 247-269, 2007.

OLIVEIRA NETO, G. C., OLIVEIRA, J. C., LIBRANTZ, A. F. H. & SOUZA, W. C. **Seleção de operador Logístico para transporte de produtos resfriados utilizando AHP para a tomada de decisão de multicritério.** XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015.

ROY, B. **Multicriteria Methodology for decision Aid.** Kluwer, Academic Publishers, 1996.

SAATY, T. L. The analytic hierarchy process. Nova York: McGraw-Hill, 1980.

SOUZA, M. A., DOWSLY, B. S. & ALMEIDA, A. T. **Um problema multicritério de seleção de fornecedores com modelo de agregação aditivo.** XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2013.

VINCKE, P. **Multicriteria decision-aid.** Nova York: John Wiley, 1992.

## SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA OTIMIZAÇÃO DE ROTAS EM UMA FÁBRICA DE PÃES

### **Kassia Tonheiro Rodrigues**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Campo Grande - MS

### **Carolina Lino Martins**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Campo Grande - MS

### **Kurt Costa Peters**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Campo Grande - MS

### **Naylil Liria Baldin Lacerda**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Campo Grande - MS

### **Luiz Junior Maemura Yoshiura**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Campo Grande – MS

**RESUMO:** O objetivo deste estudo é desenvolver um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) para definir a melhor rota de entrega em uma fábrica de pães no município de Campo Grande – MS. Para tanto, aplicou-se o Problema do Caixeiro Viajante, que é baseado em programação dinâmica e que foi implementado em ambiente de planilha eletrônica, utilizando o *Visual Basic for Applications* (VBA). Com o modelo, buscou-se obter um roteiro ou sequência de estabelecimentos a serem visitados que minimize a distância e, conseqüentemente, os custos operacionais de distribuição dos

pães fabricados. Como resultado, obteve-se a possível diminuição de 17% da distância que é percorrida atualmente. Portanto, a eficiência do algoritmo de roteirização de entregas foi validada, traçando rotas mais curtas que aquelas traçadas empiricamente pela empresa, sem o auxílio de qualquer formulação matemática por parte do usuário do sistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de Apoio à Decisão, VBA, Roteirização, Otimização.

**ABSTRACT:** The goal of this study is to develop a Decision Support System (DSS) to define the best delivery route in a bread factory in the city of Campo Grande - MS. In order to do so, the Traveler Salesman Problem was applied, which is based on dynamic programming, and it was implemented in a spreadsheet environment using Visual Basic for Applications (VBA). With the model, it was sought to obtain a route or sequence of establishments to be visited that minimizes the distance and, consequently, the operational costs of distribution of the product. As a result, the possibility of decreasing 17% of the distance currently traveled was obtained. Therefore, the algorithm's efficiency for routing of deliveries was validated, tracing routes shorter than those traced empirically by the company, without the aid of any mathematical formulation by the user of the system.

**KEYWORDS:** Decision Support System, VBA,

## 1 | INTRODUÇÃO

O setor de panificação e confeitaria no Brasil, de acordo com o ITPC 2017, obteve um crescimento de 3,08% em 2016 com um faturamento de R\$ 87,24 bilhões de reais, abrangendo cerca 400 empresas e, de acordo com a pesquisa, pode apresentar um crescimento ainda maior com o auxílio de métodos do problema de roteirização.

Considerando o potencial de crescimento do setor, existe uma grande necessidade da aplicação de ferramentas e técnicas utilizadas para a tomada de decisões nas organizações, tendo em vista um cenário altamente competitivo, no qual o processo decisório não admite falhas nas resoluções dos problemas e resultados abaixo do esperado. Nesse contexto, Power (2016) afirma que evidências circunstanciais sugerem que Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) podem aprimorar a qualidade das decisões, além de mudar a estrutura e funcionamento das organizações.

Por definição, um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) é um sistema de informação baseado em computador que apoia os decisores no uso de dados e modelos para resolver problemas semiestruturados e estruturados. Auxilia os decisores a tomarem melhores decisões e responder questões complexas (BIDGOLI; SPRAGUE; WATSON, 1989). Geralmente, considerando diferentes definições para SAD's, todos eles têm em comum a ideia de que um SAD é essencial para apoiar o processo de tomada de decisão e essa é a razão para que sua aplicabilidade seja considerada nesta pesquisa.

Sendo assim, o objetivo deste estudo é desenvolver um SAD para definir a melhor rota de entrega em uma empresa de panificação no município de Campo Grande – MS. Mais especificamente, pretende-se aplicar o Problema do Caixeiro Viajante para obter um roteiro ou sequência de estabelecimentos a serem visitados, que minimize a distância e o custo de distribuição dos pães fabricados e assegure que cada centro consumidor seja visitado apenas uma vez.

Desta forma, o estudo torna-se relevante ao considerar que as aplicações das ferramentas de apoio à decisão auxiliarão na redução de custos, na otimização da entrega de produtos de panificação e na contribuição para o aumento da eficiência nas operações logísticas.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Roteirização é a expressão que caracteriza o processo de determinação de um ou mais roteiros ou sequências de paradas que devem ser executadas pelas pessoas responsáveis pela entrega de produtos, com o objetivo de visitar apenas uma vez um conjunto de estabelecimentos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, que precisam do recebimento de tais produtos. (CUNHA, 2000).

De acordo com Bodin et al. (1981), existem diferentes tipos de problemas de roteirização de veículos e o PCV se enquadra nos problemas de roteirização pura, os quais condicionantes temporais não são consideráveis para a definição das sequências de atendimentos, que podem ser de coletas ou de entregas. Os métodos de soluções são orientados aos aspectos espaciais da localização dos pontos a serem atendidos. O autor mostra que na classificação dos problemas de roteirização pura, o PCV apresenta um número de roteiro, as localizações dos clientes são representadas por nós, não há limites de capacidade nos veículos, há um número de bases e as demandas são determinísticas.

Existem diversas formulações matemáticas a serem utilizadas em problemas como o Problema do Caixeiro Viajante, principalmente se levarmos em consideração que é um problema clássico e um dos mais estudados. Neste artigo, a formulação escolhida foi a de Dantzig, Fulkerson e Johnson, presente em Goldbarg e Luna (2000) uma vez que é bastante encontrada na literatura, devido a sua particularidade na maneira de caracterizar os problemas, além de possibilitar uma compreensão acessível.

De acordo com Colin (2017), seja um conjunto de nós  $V = \{1, 2, \dots, n\}$  e um outro de arcos  $A$ . Os nós representam as cidades. Os arcos representam pares ordenados de estabelecimentos entre as quais o transporte é possível. Para o arco  $(i, j) \in A$ ,  $c_{ij}$  é a distância entre o estabelecimento  $i$  para o estabelecimento  $j$ . O problema é achar uma rota que inicia e termina na fábrica (ou qualquer outro estabelecimento do conjunto), que visita todos os pontos apenas uma vez e que tenha a distância mínima.

A formulação possível para o problema é mostrada na Figura 1:

$$\begin{aligned} \text{Minimizar } Z &= \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n c_{ij} x_{ij} \\ \text{Sujeito a:} \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} &= 1 && \forall j \in N \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} &= 1 && \forall i \in N \\ \sum_{i,j \in S} x_{ij} &\leq |S| - 1 && \forall S \subset N \\ x_{ij} &\in \{0,1\} && \forall i,j \in N \end{aligned}$$

Figura 1 – Formulação possível para o problema

Fonte: Colin (2017) adaptado pelos autores (2018)

Onde:

$c_{ij}$ : distância de ir do ponto  $i$  ao ponto  $j$ .

$x_{ij} = 1$ , se arco  $(i, j) \in A$ , ou seja, for escolhido o caminho do ponto  $i$  até o ponto  $j$  para integrar a solução.

$x_{ij} = 0$ , caso contrário;

S : é um subgrafo de G.

S : números de vértices do subgrafo S.

As restrições que determinam que o fluxo de chegada em cada ponto  $j$  deve ser 1 são as indicadas em (1). As restrições indicadas por (2) determinam que o fluxo de saída de cada ponto  $j$  deve ser 1. As restrições que impõe a eliminação de circuitos pré-hamiltonianos, isto é, que evitam subciclos são aquelas indicadas em (3). As restrições indicadas por (4) determinam que as variáveis podem assumir apenas os valores 0 ou 1, ou seja, sejam binárias.

Considerando a complexidade do PCV, há a possibilidade de desenvolver um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) em ambiente de planilha Excel por meio da ferramenta VBA, onde o núcleo central é a formulação matemática usada para otimizar as operações logísticas.

Um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) é um sistema de informação baseado em computador que auxilia os tomadores de decisão a usarem dados e modelos para resolver problemas semiestruturados e desestruturados (BIDGOLI, 1989; SPRAGUE & WATSON, 1989), sendo ele um complemento para ampliar a capacidade de compreensão do decisor, não com o objetivo de substituí-lo (LIANG, TURBAN e ARONSON, 2005).

Mais especificamente, um SAD baseado em planilha eletrônica é um sistema desenvolvido em um ambiente específico com o aprimoramento de uma linguagem de programação e o desenvolvimento de uma interface para o usuário. Softwares de planilhas eletrônicas fornecem todos os componentes necessários para um SAD, como o cálculo de funções e modelos de otimização (LIANG, TURBAN e ARONSON, 2005).

O Microsoft Excel possui diversas características disponíveis para o armazenamento de dados e análises. Um recurso específico do Excel para o desenvolvimento de um SAD é o *Visual Basic for Applications (VBA)*, uma linguagem de programação de macros que possibilita que um programador automatize a execução de uma otimização, criando interfaces dinâmicas que recebem dados de entrada dos usuários. Essa interface deve ser de fácil compreensão ao usuário (SEREF e AHUJA, 2008).

### 3 | METODOLOGIA

Para esta pesquisa, foram considerados os seguintes estágios do processo decisório proposto por Simon (1960) e adaptados por outros autores (BIDGOLI, 1989; SPRAGUE; WATSON, 1989): inteligência, desenho, escolha e implementação. Essa visão é bastante utilizada em estudos na literatura de sistemas de apoio a decisão e sistemas de informação.

Na etapa de Inteligência, foi realizada a caracterização da empresa, a qual é uma padaria que produz uma grande diversidade de pães para a distribuição, como pães

de forma integral, multigrãos, sem glúten, sem lactose, entre outros. A empresa possui em torno de 250 pontos de vendas e vem apresentando um aumento significativo no número de clientes, diante disso a panificadora enfrenta um problema real de estabelecimento de rotas para a entrega de seus produtos aos clientes.

As entregas são de responsabilidade da fábrica, realizadas diariamente e determinadas empiricamente por funcionários efetivos, através de veículos próprios. Para a roteirização das entregas, a cidade foi dividida em 3 grandes regiões onde cada uma delas possui suas peculiaridades com relação a distância e ao público consumidor. Ao comparar essas três regiões da cidade denominadas A B e C notou-se que, na região A, em que se encontra 98 pontos de venda e que deveria dar um maior retorno lucrativo, o custo é mais alto do que nas duas outras regiões com menos pontos e o lucro é menor, sendo na região B, 77 pontos atendidos e na região C, 75 pontos. A região A, é a mais afastada e além do custo de combustível, também é preciso contabilizar o gasto com o almoço do motorista, esse custo é maior do que nas outras rotas, mesmo da central, em que o motorista precisa voltar na fábrica pelo menos uma vez por dia.

O estágio do Desenho do SAD é o momento em que se realiza o levantamento das possibilidades de ação, e também a identificação e possíveis soluções do problema por meio de revisão de literatura, estudos de caso e principalmente, análise da empresa. E então, é feito a formulação matemática do problema, ou seja, o modelo.

Durante a etapa de Escolha, foi realizada a solução do modelo proposto, além da sua validação e testes com a implantação em planilhas eletrônicas do Excel. Já na Implementação e Controle que consiste em implementar o SAD na empresa, optou-se por realiza-la em pesquisas futuras.

Todas as etapas de criação do SAD podem ser observadas no esquema representado na Figura 2, a seguir.

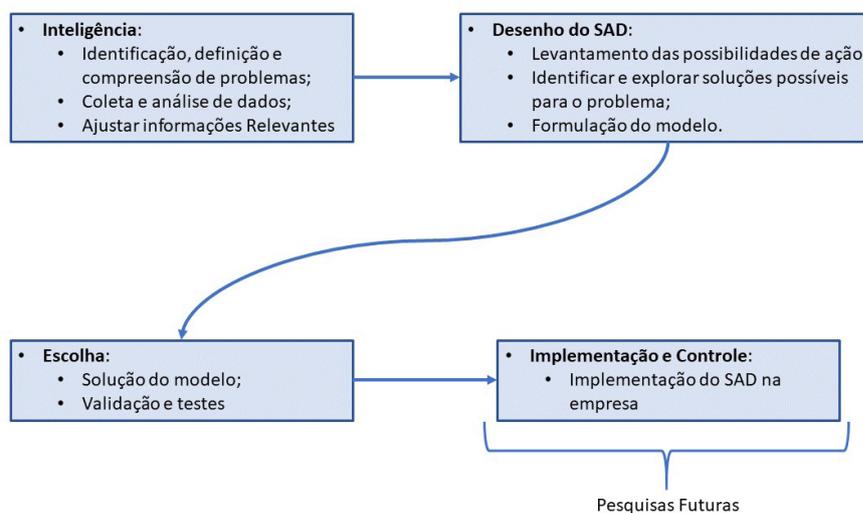


Figura 2 – Etapas da criação do SAD

Fonte: Autores (2018)

Após a execução das etapas de desenvolvimento, houve o desenvolvimento do SAD utilizando a ferramenta VBA, que possibilitou a criação de uma interface de fácil utilização para o apoio no processo de decisão de determinação da melhor rota de entrega dos produtos, a fim de otimizar os recursos empregados para as operações logísticas da empresa.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Desenho do sad

O desenho de Sistema de Apoio à Decisão (SAD), um dos estágios de desenvolvimento, contém os *inputs* (entradas), o processamento e também os *outputs* (saídas).

Os colaboradores da empresa serão os usuários do SAD com a função de inserir os dados do modelo nas planilhas, os estabelecimentos e distâncias, ou seja, entradas. O cálculo do roteiro ótimo, assim como a otimização, simulação e análise dos dados acontece durante o processamento e como saída, obtém-se a rota a ser seguida e a distância que será percorrida em quilômetros. A Figura 3 facilita a visualização do desenho do SAD.

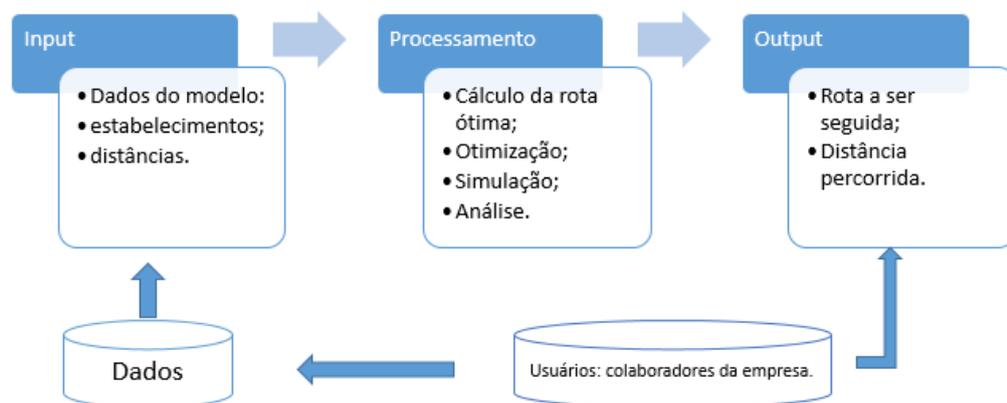


Figura 3 – Desenho do SAD

Fonte: Autores (2018)

### 4.2 Implementação do sad

O problema de roteirização estudado foi retratado por um modelo matemático citado anteriormente no referencial teórico, onde os coeficientes da função – objetivo (Z) serão as distâncias a serem percorridas entre os pontos de entrega e serão inseridas pelo usuário na planilha.

O SAD foi desenvolvido com o objetivo de interação do usuário com o algoritmo proposto, podendo alterar todos os dias e/ou antes de cada entrega a ser realizada.

A partir do modelo matemático proposto segundo as características do problema em questão, foi utilizado como ferramenta computacional o Visual Basic for Applications (VBA) para otimização do problema

Inicialmente foi necessário construir uma matriz onde está contida as distâncias mínimas entre a fábrica e os postos de venda. A técnica de resolução consiste em introduzir apenas as restrições para execução do programa, a seguir situa-se de maneira sucinta os passos para otimização do problema de rotas através do Solver. Os pontos de passagem dos dias da semana foram denominados de A até AK, sendo ponto O, a origem, ou seja, a fábrica de pães.

Ao solucionar o problema proposto por meio do VBA, foram utilizadas quatro tabelas: a primeira indicando a distância entre os pontos e a segunda tabela mostrando a rota, na qual conta a quantidade de vezes em que determinado estabelecimento foi utilizado como ponto de passagem. A terceira tabela, desempenha o papel de limitar o programa à quantidade de etapas que o PCV poderá executar. Por fim, a última tabela define a rota do PCV, como mostra a Figura 4:

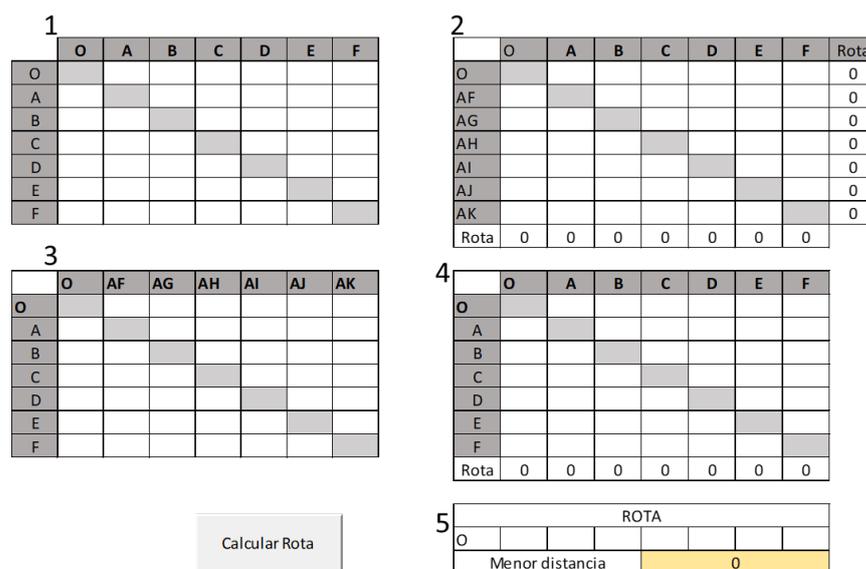


Figura 4 – Interface VBA

Fonte: Autores (2018)

A utilização do método de solução necessita do usuário a inserção das distâncias na tabela número 1, colocando o tamanho do trecho a ser percorrido de um ponto ao outro. As tabelas 2, 3, 4 e 5 são geradas automaticamente após o botão “Calcular Rota” ser clicado. A tabela 2 serve como ferramenta do sistema de cálculo, a fim de garantir que nenhum ponto será percorrido duas vezes. Já a tabela 3 define os máximos da rota, e desta forma garante que há o número de etapas correto, enquanto a tabela 4 mostra a passagem de cada etapa. Por fim, a tabela 5 é onde está inserido a função objetivo com a distância a ser percorrido junto com leitor da rota para facilitar ao usuário a leitura da rota a ser seguida.

Para que isso ocorra, o botão “Calcular Rota” está interligado a uma programação em VBA. Foi adicionado um módulo, para criar uma rotina no VBA, ou seja, um espaço para fazer o código, para a definir os parâmetros do Solver. A partir da documentação (Funções do Solver), foram inseridas as informações, como por exemplo, a função “SolverOk”, onde define-se a célula que está localizada a função objetivo, informando que é uma função de minimização e quais as células que se localizam as variáveis e, então, define-se o método de resolução. Já na função “SolverAdd”, é onde coloca-se as restrições do problema.

## 5 | APLICAÇÃO NUMÉRICA

Exemplificando o funcionamento do SAD, serão apresentados os resultados para a roteirização de um dia da semana, levando em consideração os dados da empresa em questão. Para que isso fosse possível, a empresa forneceu os dados de um dia de rota. O usuário digitou as distâncias entre cada ponto na tabela nomeada de 1 na figura 4 e após finalizado o preenchimento, clicou-se no botão de “Cálculo de Rota”. O resultado obtido pode ser observado na Figura 5.

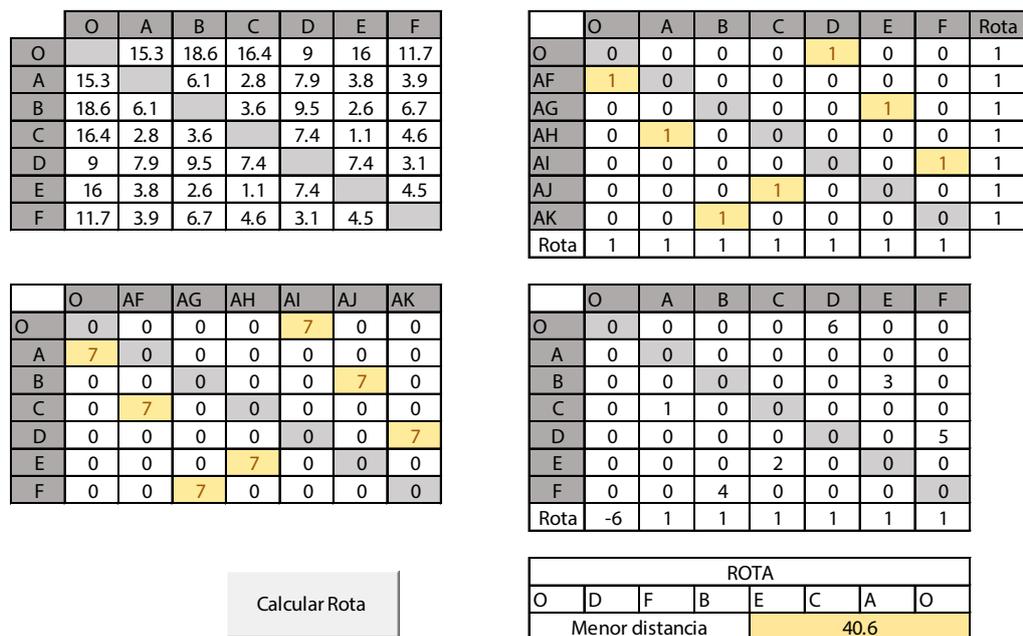


Figura 5 – Exemplo de aplicação do VBA

Fonte: Autores (2018)

Após a realização dos cálculos através das formulações do PCV, automatizados pelo VBA, o SAD, forneceu as respostas requeridas pelo usuário. O menor valor possível para a rota em questão é de 40,6 km, com passagem pelos pontos O-D-F-B-E-C-A-O.

A empresa define suas rotas empiricamente, ou seja, elas não possuem uma lógica pois são derivadas da experiência do colaborador responsável pelas entregas.

A utilização da lógica do PCV por meio do SAD demonstra possíveis economias no tempo empregado para a entrega nos pontos de demandas, visto a diminuição da distância.

É importante ressaltar que a utilização do SAD facilita a entrada de dados e a compreensão dos resultados finais para o usuário do modelo, minimizando a necessidade de uma pessoa especializada para a realização dessa atividade. Além disso, este modelo permite fazer reprogramações ao longo do dia, o que permite à empresa maior flexibilidade na resolução de possíveis imprevistos nas entregas, sem trazer ônus para os clientes e para a própria organização.

Ademais, o sistema pode ser adotado por qualquer empresa de mesmo porte que faça entregas diariamente em diferentes pontos da cidade, também pode ser utilizado pela mesma empresa para otimizar as demais rotas e não apenas da região estudada.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho possibilitou a criação de um Sistema de Apoio à Decisão (SAD), implementado em planilha eletrônica por meio do VBA do Excel, a fim de auxiliar a empresa na definição da rota ótima para a realização da entrega de pães nos estabelecimentos demandantes.

Além disso, verificou-se a eficiência do algoritmo de roteirização de entregas, traçando rotas mais curtas ou de mesmo comprimento que aquelas traçadas empiricamente pelos motoristas, com base nas suas experiências profissionais, sem o auxílio de qualquer formulação matemática.

A logística é um dos maiores gastos de uma empresa, portanto, pode tanto reduzir quanto aumentar os lucros dependendo de como é feita sua gestão. Com a aplicação do SAD, obteve-se como sugestão a possível diminuição de 17% da distância que é percorrida atualmente. Essa redução representa para a empresa uma economia de combustível, tempo, entre outros recursos, além de atenuação no desgaste dos automóveis. Possibilitando dessa maneira, melhores condições de trabalho para o colaborador responsável pela elaboração das rotas e para o motorista, ao levarmos em consideração a redução de situações de estresse ocasionados por erros. Além disso, a utilização do SAD facilita a rotina dentro da panificadora, assegura um roteiro ótimo para cada entrega e integra o usuário, mesmo que ele não seja familiarizado com a modelagem matemática.

Os Sistemas de Apoio à Decisão têm se difundido do cotidiano das empresas devido à complexidade cada vez maior das decisões. Esse tipo de sistema faz parte da inteligência empresarial, possibilitando a busca das organizações por tomar decisões com base em dados e informações, garantindo um melhor desempenho nos negócios.

A utilização do VBA torna as planilhas eletrônicas mais funcionais para as empresas de variados setores. Então, há uma maior possibilidade de adesão de algoritmos em demais organizações e situações reais. Além disso, o modelo foi desenvolvido no

contexto de um SAD, isso significa que pode ser parametrizado de acordo com as características e cenários de sua aplicação, ou seja, é um sistema genérico que pode ser empregado por outras empresas.

Têm-se como possível limitação para o estudo que em um cenário diferente, com um aumento do número de estabelecimentos, o sistema necessitaria de alterações, pois não se adapta automaticamente às mudanças referentes ao aumento de pontos de venda que a empresa atende.

Como sugestão para a evolução da pesquisa em trabalhos futuros, é possível formular um modelo que vá além da roteirização com aspectos espaciais e também analisar a roteirização com aspectos temporais, onde o fornecedor e seus clientes teriam restrições de horário. Esse estudo também agregaria para a empresa analisada que está em um momento de expansão de seu domínio de mercado. Em relação à implementação computacional, existe a possibilidade de realização do teste do SAD em outras empresas, com o intuito de validar o modelo matemático utilizado com potencial de desenvolver um produto. E até mesmo um estudo dos impactos gerados na organização após a implementação do Sistema de Apoio à Decisão.

## REFERÊNCIAS

- ABIP. **Desempenho de Empresas de Panificação e Confeitaria**. Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria, 2009. Disponível em: <<http://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2017/02/INDICADORES-2017-performance-2016.pdf>>.
- Bidgoli, H. (1989). **Decision Support System - Principles and Practice**. New York: West Publishing Company.
- BODIN, L., GOLDEN, B., & ASSAD, A. (1981). **ROUTING AND SCHEDULING OF VEHICLES AND CREWS—THE STATE OF THE ART**.
- COLIN, Emerson C.. Pesquisa Operacional - 170 **Aplicações em Estratégia, Finanças, Logística, Produção, Marketing e Vendas**, 2ª edição. Atlas, 12/2017. VitalBook file.
- CORDEAU, J. F., & LAPORTE, G. (2005). **Tabu search heuristics for the vehicle routing problem**. In *Metaheuristic Optimization via Memory and Evolution* (pp. 145-163). Springer, Boston, MA.
- CUNHA, C. B. da (2000). **Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais**. *Transportes*, 8(2).
- GOLDBARG, M. C. & LUNA, H. P., **Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos**, 3ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Campus, (2000).
- LIANG, T. P., TURBAN, E., & ARONSON, J. E. (2005). **Decision Support Systems and Intelligent Systems**. *Yogyakarta: Penerbit Andi*.
- SEREF, M. H.; AHUJA, R.; WINSTON, W. **Developing spreadsheet-based decision support systems**, Dynamic Ideas, 2007.
- SEREF, M. M., e AHUJA, R. K. (2008). **Spreadsheet-based decision support systems**. In *Handbook on Decision Support Systems 1* (pp. 277-298). Springer, Berlin, Heidelberg.

SIMON, H. A. (1960). **The new science of management decision.** Harper & Row.

SPRAGUE, Jr., & Watson, H. (1989). **Decision support systems: putting theory into practice.** USA: Prentice-Hall.

## USO DA *CONJOINT ANALYSIS* PARA AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DA EMBALAGEM DE CASTANHA DE BARU NA PREFERÊNCIA DOS CONSUMIDORES MATO-GROSSENSES

**Eduardo José Oenning Soares**  
**Rodrigo Carniel Sefstron**  
**Rodolfo Benedito da Silva**  
**Alexandre Gonçalves Porto**  
**Alexandre Volkmann Ultramari**

**RESUMO:** Este trabalho tem como objetivo identificar e quantificar os atributos da embalagem de castanha de baru que influenciam a preferência dos consumidores. Foram analisados três atributos: Tipo de material da embalagem, cor e informações adicionais no rótulo. Foram elaboradas 9 imagens contendo as combinações de atributos e níveis gerados pelo planejamento fatorial fracionado. As imagens foram avaliadas por 30 consumidores da cidade de Barra do Bugres, interior de Mato Grosso, através de questionário via formulário eletrônico enviado para estudantes universitários e profissionais liberais na cidade. Para analisar o impacto que cada atributo da embalagem desempenha na preferência dos consumidores foi aplicada a técnica de Análise Conjunta. O atributo que apresentou maior Importância Relativa (IR) foi o tipo de material da embalagem (48,01%), com impacto positivo para a embalagem do tipo sache. O consumidor também apresentou alta IR para as informações adicionais contidas no rótulo (37,95%), com destaque ao impacto positivo causado pela

informação sobre o benefício de prevenção ao câncer. Apesar do atributo cor ter apresentado menor IR (14,04%), a cor marrom apresentou impacto positivo em detrimento da cor azul. A embalagem de castanha de baru composta pela melhor combinação de atributos e níveis na preferência de consumo dos consumidores do interior do estado de Mato Grosso foi a embalagem de sache, na cor marrom com informação adicional sobre a prevenção ao câncer como seu benefício. Os resultados obtidos são importantes para o desenvolvimento de embalagens de castanha de baru que atraiam os consumidores, agregando valor ao produto e contribuindo para a industrialização e comercialização desse produto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise Conjunta, Análise multivariada de dados, Marketing, Alimentos, Cerrado

### 1 | INTRODUÇÃO

O estado do Mato Grosso é considerado um privilegiado em termos de biodiversidade, pois é o único que abrange sozinho três tipos de biomas, entre eles o cerrado. O Barueiro (*Dipteryx alata Vog*) é uma árvore frutífera que ocorre nas matas, cerrados e cerradões do Brasil Central, envolvendo terras dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás.

A amêndoa presente no interior do baru pode ser consumida in natura, mas também pode ser torrada para consumo. O fruto pode ser utilizado integralmente, resultando em polpas de fruta, óleo, farinha, manteiga e tortas. Também são conferidas ao *óleo de baru* propriedades medicinais antirreumáticas muito usada na indústria farmacêutica (ROCHA, 2012).

Um dos fatores que possui grande importância na comercialização dos produtos é a embalagem, suas cores, formas, material, destinação da embalagem após o uso, praticidade, segurança, etc. Estes fatores têm sido analisados nos últimos anos principalmente no segmento da indústria alimentícia, onde há uma grande variedade de embalagens para um único produto, casos que podem ser citados são o do extrato de tomate, milho verde e azeitonas. A técnica de pesquisa que tem sido utilizada para entender o comportamento do consumidor e os fatores que influenciam na decisão de compra é a *Conjoint Analysis* (CA) de fatores, uma técnica multivariada que tem apresentado bons resultados para este fim (CARNEIRO et al., 2005; OENNING et al., 2017), e que oferece grande possibilidade para elaboração de estratégias de marketing usando embalagens.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência das características das embalagens de castanha de baru na preferência dos consumidores mato-grossenses fazendo uso da Análise Conjunta (*Conjoint Analysis*) para mensurar o grau de preferência destes consumidores.

## 2 | A EMBALAGEM COMO FATOR DE DIFERENCIAÇÃO

Segundo a Associação Brasileira de Marketing (ABRE, 2017) a embalagem acabou tornando-se ferramenta primordial para que se possa atender à sociedade em suas necessidades de alimentação, conveniência, saúde, oferecendo produtos com segurança e informação, como também, agregando valor para o bem-estar das pessoas. A embalagem ainda possibilita a acessibilidade a produtos que são frágeis, perecíveis, de alto ou baixo valor agregado.

Já foi o tempo em que as embalagens apenas protegiam o alimento, de acordo com Kotler (2000) elas *são um poderoso instrumento de marketing, sendo muito relevante para chamar a atenção dos consumidores.*

Na visão de Riches (2000) a indústria de alimentos é a qual a embalagem exerce maior interferência na decisão de compra do consumidor devido ao fato de ter muitos produtos similares, o que faz com que embalagens diferentes sejam mais atrativas aos consumidores.

Estudos realizados por Della Lucia et al. (2007; 2009), Carneiro et al. (2005), Ares e Deliza (2010), Gadioli et al. (2013), Lima Filho et al. (2015) e Oenning et al. (2017) avaliaram o impacto de diferenciações em embalagens, observaram que vários fatores são importantes na decisão de compra do consumidor com design das embalagens

podem ser fator atrativo para consumidores, podendo trazer a identidade do produto consigo. A marca também pode ser fator de grande impacto quanto a escolha de um produto. E informações adicionais quanto ao benefício do produto também pode ser impactante na decisão de compra.

### 3 | ANÁLISE CONJUNTA PARA ESTUDO DA PREFERÊNCIA DO CONSUMIDOR

Ares e Deliza (2010) realizaram vários estudos para identificar atributos impactantes da decisão de escolha do consumidor utilizando de análise conjunta. Em produtos lácteos perceberam que as cores tinham relação com a percepção que o consumidor tinha do produto, cores mais escuras davam a impressão de um produto mais doce, enquanto cores mais claras estavam indicavam que o produto seria mais azedo.

Carneiro et al. (2005) percebeu em seu estudo que informações na embalagem são relevantes para a preferência do consumidor, tendo em vista que as embalagens de soja que continham no rótulo a informação “transgênico” teve uma aceitação negativa por parte dos consumidores estudados.

Filho et al. (2015) concluiu através de análise conjunta que consumidores de morango tendem a aceitar uma embalagem com o método de conservação por radiação quando a informação “Para garantir frescura e qualidade por um longo tempo” está presente na embalagem. Isso pode ser entendido devido à informação contida na embalagem dar respaldo para o método de conservação que a primeira vista parece nocivo *a saúde*.

Romano et al. (2015) utilizaram análise conjunta para avaliar o impacto que atributos podem exercer de influência na decisão de compra do consumidor de sucos de frutas não-tradicionais e concluíram que atributos como “antioxidantes” e “rico em antioxidantes” foram determinantes para o sucesso da embalagem. Isso pode ser explicado pelo fato do produto estar trazendo consigo benefícios à saúde para quem o consumir.

Queiroz et al. (2016) utilizou-se a Análise Conjunta para medir o impacto dos atributos da embalagem de óleo de soja na preferência dos consumidores de Mato Grosso. O atributo avaliados foram a informação nutricional, o formato da embalagem, a marca e tipo de soja, se transgênica ou não. O formato inovador da embalagem causou impacto positivo na preferência dos consumidores. Os participantes não distinguiram ou não se importam em consumir produtos feitos de soja geneticamente modificada.

Oenning et al. (2017) avaliou o impacto das embalagens de extrato de tomate no Centro Oeste do Brasil, avaliando cor, material da embalagem, presença de informações adicionais no rótulo e a presença de dispositivos que facilitem o seu manuseio e abertura. Os resultados apontaram que os consumidores possuem

preferência positiva mais acentuada para embalagens cartonadas (tetra brick) da cor vermelha, com informações na embalagem e com dispositivos que facilitam seu manuseio.

Neste sentido, de forma global pode-se dizer que a Análise Conjunta permite a verificação e determinação da importância relativa dos atributos dos produtos na estrutura de preferência do consumidor, é uma ferramenta útil para a definição de mudanças ou adaptações e avaliar as oportunidades de mercado para produtos, sendo bastante utilizada para o desenvolvimento de novos produtos para diferentes tipos de consumidores (DELLA LUCIA, 2009; CARNEIRO et. al., 2005; OENNING et al., 2017).

## 4 | MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado com 30 consumidores com idade superior a 18 anos, via formulário eletrônico enviado para estudantes universitários e profissionais liberais na cidade de Barra do Bugres-MT.

### 4.1 Atributos e níveis

Os estímulos foram formados por alguns dos principais atributos de embalagens de castanha de baru, sendo definidos pela literatura através pesquisa bibliográfica, tais como: material da embalagem; cor e informações no rótulo (MONACO et al., 2003; CARNEIRO et. al., 2005; AMPUERO E VILA, 2006; ARES E DELIZA, 2010; ARES, et. al. 2010).

No estudo diferentes tipos de materiais para embalagem foram usados, sendo: pote de vidro, sachê e caixa. Arboretti e Bordignon (2016) e Oenning et al. (2017) realizaram pesquisas apresentando aos consumidores diferentes tipos de materiais de embalagens.

Cores também foram consideradas neste estudo. Ares e Deliza (2010), Ares et al. (2010), Becker et al. (2011), Schifferstein et al. (2013) e Oenning et al. (2017) consideraram a cor de embalagem de alimentos como um parâmetro para sua diferenciação. Velasco et al. (2014) ressalta que os consumidores podem associar cor e sabor em decorrência da repetida exposição em mercados, ou pela cor do ingrediente primário do produto. Portanto, foi analisada a influência da coloração da embalagem na decisão de compra utilizando dois níveis: a cor marrom, pois representa a coloração do fruto, ingrediente principal do produto e; a cor azul claro, pois representa um produto de origem vegetal lembrando a leveza de um produto natural.

As informações nas embalagens são essenciais para comunicar os consumidores sobre seus benefícios. Alguns autores consideram que informações adicionais nos rótulos das embalagens são importantes atributos para decisão de compra (CARNEIRO et al., 2005; GADIOLI et al., 2013; LIMA FILHO et al., 2015; ROMANO et al., 2015). Ademais, atualmente há uma mudança nos hábitos alimentares, indicando maior

busca por alimentos funcionais (MIKLAVEC et al., 2015). Portanto, como a presença de informações nutricionais pode influenciar os consumidores, neste estudo foi feita a análise da presença de informação nutricional na embalagem, abordando informações como a presença de vitamina E e Zinco, prevenção do câncer, reduz gordura abdominal e sem nenhuma informação.

A Tabela 1 apresenta a composição da estrutura de atributos e níveis da embalagem e rótulo.

Atributos	Níveis /Descrição
Tipo de material da Embalagem	1. Vidro 2. Caixa 3. Sache
Cor	1. Marrom 2. Azul claro
Informações adicionais no rótulo	1. Sem informações 2. Previne o câncer 3. Reduz a gordura abdominal 4. Rico em vitamina E e Zinco

Tabela 1 - Atributos e níveis da embalagem/rótulo de castanha de baru

Fonte: Os autores (2018)

Considerando que um planejamento fatorial completo levaria a excessivos tratamentos ( $3 \times 2 \times 4 = 48$ ) e para que o número de estímulos não gere entrevistas exaustivas aos participantes (HAIR Jr., 2005), foi utilizado um planejamento fatorial fracionado, sendo então obtidos nove estímulos criados a partir das combinações entre atributo/níveis, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Estímulo	Embalagem	Cor	Informações
1	Caixa	Azul	Previne o câncer
2	Sache	Marrom	Sem informação
3	Sache	Marrom	Reduz gordura abdominal
4	Vidro	Marrom	Rico em vitamina E e Zinco
5	Vidro	Marrom	Previne o câncer
6	Caixa	Azul	Sem informação
7	Sache	Azul	Rico em vitamina E e Zinco
8	Caixa	Marrom	Rico em vitamina E e Zinco
9	Vidro	Azul	Reduz gordura abdominal

Tabela 2 - Tratamentos resultantes do planejamento fatorial fracionado

Fonte: Os autores (2018)

## 4.2 Criação das imagens

Já definidos os estímulos, foram criadas nove imagens com as combinações

das características das embalagens, utilizando o software GIMP 2.8 (GIMP Team, 2014). Para a pesquisa foram criadas duas garrafas (embalagem): uma com o formato convencional do óleo de soja e a outra com a alça que tem por objetivo facilitar o manuseio, conforme pode ser observado na Figura 1.



Figura 1 - Embalagem de castanha de baru. A.) Estímulo 1, B.) Estímulo 2 e, C.) Estímulo 9, conforme Tabela 2

Fonte: Os autores (2015)

As informações obrigatórias como peso, validade, valor nutricional e marca, foram adicionadas ao rótulo.

#### 4.3 Coleta de dados

Este estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado de Mato Grosso através do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 44452715.4.0000.5166. Os dados foram obtidos através de aplicação de questionário, dividido em duas etapas. Na primeira etapa era aplicado o questionário contendo perguntas sociodemográficas, como por exemplo: naturalidade, idade, gênero, escolaridade, dentre outros. De posse destas informações foi possível traçar o perfil dos consumidores.

Na segunda etapa, foram apresentados aos participantes os oito estímulos da embalagem, representadas pelas imagens. Posteriormente, foi aplicado o questionário, no qual os entrevistados avaliaram as expectativas esperadas sobre a embalagem de baru, atribuindo notas em uma escala hedônica de nove pontos, com a nota 9 representando fortemente preferida e a nota 1 não preferido.

#### 4.4 Análise de dados

Os dados da primeira etapa do questionário tiveram por objetivo determinar o perfil da amostra analisada. Já os dados da segunda etapa, foram utilizados para

determinar os valores de Importância Relativa (IR) e utilidades parciais. Todas as análises estatísticas foram feitas com o software XLSTAT (ADDINSOFT, 2017).

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os resultados da primeira parte do questionário, foi possível descrever o perfil dos consumidores de baru da cidade de Barra do Bugres, interior do estado de Mato Grosso, conforme pode ser visto na Tabela 3.

<b>Variáveis sociodemográficas</b>	<b>Resultado</b>
<b>Idade média</b>	25,7
<b>Gênero</b>	
Feminino	65,0%
Masculino	35,0%
<b>Escolaridade</b>	
Ensino médio	22,6%
Graduação	58,0%
Pós-Graduação	19,4%
<b>Estado civil</b>	
Solteiro	77,4%
Casado	19,4%
Viúvo	3,2%
<b>Renda familiar (salário mínimo)</b>	
Até 2	19,4%
De 3 a 4	16,1%
De 5 a 6	38,7%
De 7 a 8	12,9%
Acima de 8	12,9%

Tabela 3 - Características sociodemográficas dos participantes

Fonte: Os autores (2018)

O resultado da Tabela 3 mostra que a maioria dos consumidores é do perfil feminino, com graduação, idade média de 25,7 anos, solteiros e com renda familiar concentrada entre 5 a 6 salários mínimos.

Fazendo uso da análise conjunta os dados de preferência foram analisados estimando-se a importância relativa de cada atributo e as utilidades parciais de cada nível. O resultado pode ser visualizado na Tabela 4.

Atributos	Importância relativa	Níveis dos atributos	Utilidades parciais
Tipo de material da Embalagem	48,01%	Vidro	-0,074
		Caixa	-0,025
		Sache	0,099

Cor	14,04%	Marrom	0,029
		Azul	-0,029
Informações adicionais no rótulo	37,95%	Sem informações	-0,047
		Previne o câncer	0,106
		Reduz a gordura abdominal	-0,022
		Rico em vitamina E e Zinco	-0,036
Constante			6,493

Tabela 4 - Resultado da preferência dos consumidores de castanha de baru, expresso em importância relativa e utilidades parciais

Nota: Sinais negativos nas utilidades parciais significam impacto negativo na preferência de consumo.

Fonte: Os autores (2018)

Os resultados apresentados na Tabela 4 mostram que o atributo que teve maior importância relativa (IR) foi o tipo de material de Embalagem (48,01%), seguido pelo atributo Informações adicionais no rótulo (37,95%) e então o atributo Cor (14,04%). Nos estudos de Oenning et al. (2017) a cor também foi destacada por ser o atributo de menor importância relativa, em pesquisa feita com extrato de tomate. Outros pesquisadores, deram destaque a cor da embalagem de seus produtos pesquisados, como Ares e Deliza (2010) e Ares et al. (2010).

Ainda da Tabela 4, observa-se que o tipo de embalagem que apresentou impacto positivo foi o sache. As demais apresentaram impacto negativo na preferência do consumidor. Em pesquisa desenvolvida por Oenning et al. (2017), os autores também observaram a preferência de consumidores do centro-oeste brasileiro por este tipo de embalagem quanto ao extrato de tomate.

Já quanto às informações adicionais no rótulo, nota-se impacto positivo relacionado à informação quanto à prevenção de câncer, tendo as demais informações com impacto negativo, indicando, portanto, que esta informação agradou mais os consumidores do que as demais informações. Nos estudos de Oenning et al. (2017) a presença de informações adicionais no rótulo tiveram impacto positivo, contudo, é importante destacar o tipo de informação. Romano et al. (2015) e Lima-Filho et al. (2015) destacam que o tipo de informação acrescida a embalagem de forma complementar é de suma importância, uma vez que o consumidor pode fazer outras associações. Neste caso, nota-se que informações mais brandas, como a possibilidade de redução da gordura abdominal e o alimento ser rico em determinadas vitaminas não causaram tanto impacto, demonstrando que o consumidor está atento ao que compra, uma vez que conseguiu identificar e diferenciar as informações no rótulo.

Quanto à cor, nota-se um impacto positivo, ou seja, uma maior aceitação pela cor marrom, demonstrando que os consumidores associaram cor do produto à sua embalagem, conforme destaca Velasco et al. (2014).

Como resultado para melhor combinação dos atributos e níveis, podemos

considerar que a embalagem para castanha de baru com maior destaque na preferência de consumo dos consumidores foi a embalagem de sache, na cor marrom com informação adicional sobre a prevenção ao câncer como seu benefício.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o resultado exposto, evidencia-se que o trabalho conseguiu atingir os objetivos propostos, apontando os atributos que influenciaram diretamente a decisão de compra do consumidor.

O atributo que apresentou maior importância relativa foi o tipo de material da embalagem, com impacto positivo para a embalagem do tipo sache. O consumidor também apresentou alta importância relativa para as informações adicionais contidas no rótulo, com destaque ao impacto positivo causado pela informação sobre o benefício de prevenção ao câncer. Apesar do atributo cor ter apresentado menor importância relativa, a cor marrom apresentou impacto positivo em detrimento da cor azul.

Nesse sentido, a embalagem de castanha de baru composta pela melhor combinação de atributos e níveis na preferência de consumo dos consumidores do interior do estado de Mato Grosso foi a embalagem de sache, na cor marrom com informação adicional sobre a prevenção ao câncer como seu benefício.

Com tais informações considera-se que os resultados deste trabalho são úteis para as empresas de processamento de alimentos e produtores de castanha de baru, pois o uso da embalagem evidenciada por este estudo pode ser uma estratégia de marketing à ser utilizada para atrair consumidores. Outra valiosa consideração é a possibilidade de agregação de valor a castanha do baru, sendo apresentada em uma embalagem mais atrativa.

Para trabalhos futuros poderão ser desenvolvidas pesquisas que considerem outros atributos, como o preço, por exemplo. É preciso também expandir o estudo para outras regiões do estado e outros estados, abrangendo um universo de pesquisa maior, e conseqüentemente, a melhor caracterização dos resultados.

## REFERÊNCIAS

ABRE. Associação Brasileira de Embalagem. **O que é uma Embalagem**. 2017. Disponível em: <<http://www.abre.org.br/setor/apresentacao-do-setor/a-embalagem/>> Acesso em 15/10/2017.

ADDINSOFT. **XLSTAT: Core Statistical Software**. Paris, France, 2017.

AMPUERO, O., VILA, N. Consumer perceptions of product packaging. **Journal of Consumer Marketing**, v. 23, n. 2, p. 100–112, 2006.

ARBORETTI, R. A., BORDIGNON, P. Consumer preferences in food packaging: CUB models and conjoint analysis. **British Food Journal**, v. 118, n 3, p. 527–540, 2016.

ARES, G., BESIO, M., GIMÉNEZ, A., DELIZA, R. Relationship between involvement and functional

milk desserts intention to purchase. Influence on attitude towards packaging characteristics. **Appetite**, v. 55, n. 2, p. 298–304, 2010.

ARES, G., DELIZA, R. Studying the influence of package shape and colour on consumer expectations of milk desserts using word association and conjoint analysis. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 8, p. 930–937, 2010.

BECKER, L., VAN ROMPAY, T. J. L., SCHIFFERSTEIN, H. N. J., GALETZKA, M. Tough package, strong taste: The influence of packaging design on taste impressions and product evaluations. **Food Quality and Preference**, v. 22 n. 1, p. 17–23, 2011.

CARNEIRO, J. D. D. S., MINIM, V. P., DELIZA, R., SILVA, C. H., CARNEIRO, J. C., LEÃO, F. P. Labelling effects on consumer intention to purchase for soybean oil. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 3, 275–282, 2005.

DELLA LUCIA, S. M. et. al. Características Visuais da Embalagem de Café no Processo de Decisão de Compra pelo Consumidor. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1758-1764, 2009.

DELLA LUCIA, S. M.; et.al. Fatores da Embalagem de Café Orgânico Torrado e Moído na Intenção de Compra do Consumidor. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 485-491, 2007.

GADIOLI, I. L., PINELI, L. L. O., RODRIGUES, J. D. S. Q., CAMPOS, A. B., GEROLIM, I. Q., CHIARELLO, M. D. Evaluation of packing attributes of orange juice on consumers' intention to purchase by conjoint analysis and consumer attitudes expectation. **Journal of Sensory Studies**, v. 28, n. 1, p. 57–65, 2013.

GIMP TEAM. **GIMP GNU image manipulation program: The free and open source image**, 2014.

HAIR Jr., J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Introdução ao Marketing**. 4<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 2000.

KOTLER, Philip. **Administração de Marketing: a edição do novo milênio**. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

LIMA FILHO, T., DELLA LUCIA, S. M., LIMA, R. M., MINIM, V. P. R. Conjoint analysis as a tool to identify improvements in the packaging for irradiated strawberries. **Food Research International**, v. 72, p. 126–132, 2015.

MIKLAVEC, K. et al. The influence of health claims and nutritional composition on consumers' yoghurt preferences. **Food Quality and Preference**, v. 43, p. 26–33, 2015.

MONACO, R. D., CAVELLA, S., IACCARINO, T., MINCIONE, A., MASI, P. The role of the knowledge of color and brand name on the consumer's hedonic ratings of tomato purees. **Journal of Sensory Studies**, v. 18 n. 5, p. 391–408, 2003.

QUEIROZ, T. M., SGUARIZI, E. S., SILVA, R. B., ULTRAMARI, A. V., PORTO, A. G., OENNING, E. J. O uso da Conjoint Analysis para avaliar as características da embalagem do óleo de soja no estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista ESPACIOS**, v. 37, n. 32, 2016.

RICHERS, R. **Marketing – Uma Visão Brasileira**. São Paulo: Negócio Editora, 2000.

ROCHA, L. G. **Cultivo e aproveitamento do baru (*Dipteryx alata*)**. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, CETEC, 2012.

ROMANO, K. R., ROSENTHAL, A., DELIZA, R. How do Brazilian consumers perceive a non-traditional

and innovative fruit juice? An approach looking at the packaging. **Food Research International**, v. 74, p. 123–130, 2015.

SCHIFFERSTEIN, H. N. J., FENKO, A., DESMET, P. M. A., LABBE, D., MARTIN, N. Influence of package design on the dynamics of multisensory and emotional food experience. **Food Quality and Preference**, v. 27, n. 1, p. 18–25, 2013.

VELASCO, C. et al. The context of colour–flavour associations in crisps packaging: A cross-cultural study comparing Chinese, Colombian, and British consumers. **Food Quality and Preference**, v. 38, p. 49–57, 2014.

## ANÁLISE DOS FUNDOS BRASILEIROS DE ÍNDICE ATIVO: EXISTE RELAÇÃO ENTRE A TAXA DE ADMINISTRAÇÃO E OS RESULTADOS ENTREGUES AOS INVESTIDORES?

**Igor Soares Pinto Coelho**

**Marcelo Albano Mauricio da Rocha**

**José Guilherme Chaves Alberto**

**Adriano Cordeiro Leite**

**RESUMO:** O presente trabalho visa analisar a relação entre taxas de administração mais altas e o resultado entregue aos investidores pelos Fundos de Ações de Índice Ativo brasileiros. Tais fundos apresentam maior risco ao cotista pelo fato de objetivar a superação do *benchmark*. Entretanto, por essa mesma razão, podem obter retornos mais significativos que os demais Fundos de Investimento que apresentam menores riscos ao investidor. O estudo contemplou um universo amostral de 179 Fundos, cujos resultados refletem o período compreendido nos anos de 2013 a 2016. A metodologia utilizada foi a junção de dois testes paramétricos estatísticos denominados Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Bonferroni. Por conclusão, há evidências de que a grande maioria dos Fundos de Ações de Índice Ativo Brasileiros que cobram taxas menores, quando comparados a outros, que, por sua vez, cobram taxas maiores, entregam resultados mais positivos que os últimos. Sendo assim, quando se observa esse tipo de Fundo, fica claro que a opção mais lucrativa a qualquer investidor é escolher dentre os fundos com menor valor de

taxa de administração.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fundos de Ações Índice Ativo. Rentabilidade. Taxa de Administração. ANOVA.

**ABSTRACT:** The present study has the objective to analyze, if there is a relationship between higher administration rates and the result delivered to the investors by the Brazilian Active Index Stock Funds. These funds show a greater risk to the member, since they aim to surpass the benchmark. However, for this same reason, they can get better results than the other Investment Funds that present lower risks to the investor. This study contemplated the sample universe of 179 Funds whose results reflect in the period from 2013 to 2016. The methodology used for the development of this research and your results were based on a combination of two parametric statistical tests called Analysis of Variance (ANOVA) and Test of Bonferroni.

As conclusion, there are evidences that the majority of Brazilian Active Index Stock Funds that charge lower management fee deliver better performance than the Funds with higher administration rates. So, when we look at this class of Fund, it's clear that the most profitable option for any investor is choose between the funds that charge a lowest rate.

**KEYWORDS:** Brazilian Funds. ANOVA. Performance. Management Fee.

## 1 | INTRODUÇÃO

O mercado de Fundo de Investimentos está em constante crescimento no Brasil e vem se desenvolvendo ao longo do tempo, segundo o Boletim ANBIMA (2016a), divulgado em agosto de 2016, houve um aumento de 118% na captação líquida (diferença entre as aplicações e os resgates realizados) em relação ao mesmo período do ano passado. Conforme a pesquisa, a indústria de Fundos de Investimento continua em crescimento, mesmo com a crise econômica que o país se encontra, evidenciando, assim, que o cenário continua favorável para este tipo de investimento.

Os Fundos de Investimentos são uma das opções de investimento do mercado financeiro e possuem algumas vantagens em relação aos demais investimentos, bem como: não ser necessário ser um especialista no mercado financeiro para investir, visto que a gestão dos recursos é realizada por profissionais especializados, a possibilidade de investidores com objetivos e estratégias similares integrarem recursos para aumentar o poder de negociação, diminuindo os custos de administração e o acesso a determinados tipos de investimento que não seriam possíveis para pequenos investidores. Além disso, a maioria dos Fundos de Investimento possui liquidez diária, ou seja, as cotas podem ser resgatadas a qualquer momento. No entanto, o prazo de resgate e aplicação pode variar dependendo do fundo, isto é, pode existir um prazo de carência (FORTUNA, 2013).

O mercado de fundos é um ambiente em que “o investidor escolhe um fundo de investimento, tendo como um dos principais itens observados, no prospecto do fundo, a taxa de administração cobrada pela instituição administradora de cada um dos fundos”. (DALMÁCIO; NOSSA; ZANQUETTO, 2007, p. 3).

A ANBIMA (2016b), desde outubro de 2015, classifica os Fundos de Investimentos em três níveis, sendo eles: primeiro nível, segundo nível e terceiro nível. No primeiro nível, o agrupamento dos fundos é feito por classe de ativos, a saber: Fundos de Renda fixa, Fundos de Ações, Fundos de Multimercados e Fundos Cambiais. Já no segundo nível, os fundos são classificados conforme o tipo de gestão e riscos. Pode-se citar, como exemplos de fundos de segundo nível, Fundos indexados, Fundos ativos e Fundos de Investimento no Exterior. E, por último, o terceiro nível, no qual os fundos são classificados de acordo com a estratégia do investidor, sendo composto por fundos dinâmicos, setoriais, entre outros. A nova classificação tem por objetivo facilitar a decisão do investidor, dividindo-se em etapas. Cada escolha feita retorna um caminho que reduz o número de opções, facilitando, dessa forma, o processo decisório.

A pesquisa, aqui apresentada, priorizou aprofundar em Fundos de Ações Ativos. Essa modalidade de investimento trabalha com renda variável e possui em sua carteira uma maior volatilidade, pois tem o seu desempenho atrelado ao mercado.

O estudo contemplou a relação entre a taxa de administração cobrada pelos

fundos e o retorno entregue pelos mesmos. Buscou-se, portanto, identificar e analisar qual é, se existir, a relação específica entre taxa de administração e rentabilidade, de forma a responder o seguinte questionamento: Qual é a relação entre a taxa de administração cobrada pelos fundos de investimento de Ações de Índice Ativo e o seu desempenho?

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Fundo de Investimento é uma modalidade de aplicação financeira na qual um conjunto de investidores reúnem recursos com o objetivo de adquirir ativos financeiros que podem ser, entre outros, valores mobiliários e ações (ANDREZO; LIMA, 2002).

De acordo com Fortuna (2013), a essência dos Fundos de Investimentos baseia-se na noção do condomínio – a aplicação em conjunto, ou seja, os cotistas reúnem recursos e, mesmo tendo direito ao resgate das cotas em qualquer momento, nem todos as resgatam ao mesmo tempo, o que significa que sempre existe uma soma considerável disponível que, ao decorrer do tempo, pode ser aplicada em títulos mais rentáveis.

Segundo Fortuna (2013), as cotas referem-se ao patrimônio líquido do fundo, representado em pequenas e iguais frações. O valor das cotas é calculado diariamente, tendo sua volatilidade expressa de acordo com a variação de mercado em que o fundo está relacionado.

Fundos de Investimentos podem possuir diferentes composições, sendo classificados em categorias. Dessa separação podemos observar casos em que o investidor está sujeito à perda total ou superior do capital inicial investido em função do risco de mercado, postura do gestor do fundo, dentre outros fatores que afetam diretamente o resultado esperado. Sob essa perspectiva é de grande importância ressaltar que, conforme normatizado pela CVM em sua IN-409 inciso II do artigo 79º, os fundos não possuem garantia tanto pela instituição que o administra, quanto pelo Fundo Garantidor de Crédito (FGC).

Os fundos são normatizados por um Regulamento no qual são estabelecidas todas as regras básicas ao seu funcionamento e, além disso, apresenta informações pertinentes como tipos de ativos que compõem a carteira, limites máximos e mínimos de cada um dos ativos, estratégias, risco, etc. (ASSAF NETO, 2014).

Na visão de Fortuna (2013) o regulamento deve conter informações, como: a qualificação do administrador do fundo; informações sobre a qualificação do gestor da carteira do fundo; a qualificação da empresa responsável pela custódia do fundo; o tipo do fundo, se aberto ou fechado; o prazo de duração da aplicação, se determinado ou indeterminado; o funcionamento da política de investimento, bem como o percentual máximo destinado em títulos e valores mobiliários emitidos pelo administrador, gestor ou empresas parceiras; o percentual máximo destinado em aplicação em cotas de Fundos de Investimento, geridos pelo administrador, gestor ou empresas parceiras;

o percentual máximo destinado à aplicação em títulos e valores mobiliários de um mesmo emissor; informar o grau de exposição em mercados de risco. Além disso, o regulamento permite ao potencial investidor obter informações sobre os custos inerentes e a remuneração do capital, bem como a taxa de administração, de performance e a distribuição de seus resultados. O regulamento deve, ainda, conter informações pertinentes ao público alvo e exercício social do fundo.

De acordo com Assaf Neto (2014), as decisões que envolvem o patrimônio dos Fundos de Investimento são tomadas na Assembleia Geral de cotistas, na qual assuntos acerca de políticas de investimento, prestação de contas do Administrador, alterações no regulamento do fundo, contratação e substituição do Administrador, liquidação do fundo, definição da taxa de administração, dentre outros. Ainda conforme o mesmo, é importante ressaltar que o funcionamento e o regulamento dos fundos dependem de análise e aprovação da Comissão de Valores Mobiliários - CVM.

Ainda segundo Assaf Neto (2014), os cotistas são responsáveis por eleger um administrador, o qual fica responsável por gerir o fundo. O mesmo tem amplas responsabilidades, cobrindo desde a gestão da carteira de títulos e valores mobiliários, exceto se a mesma estiver terceirizada, até as atividades operacionais e legais que se relacionam com o fundo e seus investidores. O administrador fica também responsável por manter permanentemente o atendimento aos cotistas do fundo, esclarecendo e os ajudando em suas dúvidas e solicitações.

Para administrar esses recursos, os gestores do fundo cobram dos cotistas um percentual sob o valor da carteira, que somente pode ser alterado quando autorizado em assembleia. Tal valor é denominado taxa de administração (PINHEIRO, 2012). Segundo Rocha (2003, p. 157), a taxa de administração “é uma porcentagem fixa estabelecida no regulamento dos Fundos de Investimento, sendo cobrada mensalmente sobre o total dos recursos que o investidor possui na carteira. “

Se um fundo entregar um resultado acima de um índice previamente estabelecido, nos casos regulamentados pela CVM e pelo Banco Central, a cobrança de uma taxa de performance pode ser acrescentada (FORTUNA, 2013).

Segundo Gradilone (2003), existem dois tipos de gestão: gestão ativa e gestão passiva. Na gestão passiva, o gestor busca retorno semelhante ao índice estabelecido como referência. Na gestão ativa, a estratégia vinculada é superar o índice previamente especificado, objetivando entregar resultados mais expressivos aos cotistas.

## 2.1 Fundo de ações

Segundo Fortuna (2013), os fundos de ações ativos são qualificados nesta categoria, pois devem possuir, ao menos, 67% dos recursos do fundo aplicados em ações, que podem ser *units* (recibo de ações), bônus ou recibos de subscrição de ações, certificados de depósitos de ações, cotas de Fundo de Ações, etc. Se o patrimônio líquido do Fundo de Ações extrapolar o percentual mínimo de 67%, o mesmo pode ser

aplicado em outras modalidades de ativos financeiros. No entanto, deve-se observar os limites por emissor de títulos e, ainda, respeitar os limites de concentração por modalidade de ativo financeiro instituídos pela CVM.

Os Fundos de Ações podem ser classificados em diversas categorias, que são: Ações Referenciados; Ações Ativos; Ações Sustentabilidade/Governança; Ações Dividendo; Ações Small Caps; Ações Setoriais; Fechado de Ações; Ações investidas no exterior; Mono Ação; Ações Valor/Crescimento; Ações Livre (FORTUNA, 2013).

Os Fundos de Ações Ativos utilizam-se de um indicador de referência, embora o primeiro visa apresentar um desempenho superior ao índice selecionado, ou seja, ao seu benchmark (FORTUNA, 2013). Os índices normalmente utilizados como referência são Ibovespa e IBrX. A escolha dos ativos que irão compor a carteira deverá ser sustentada por um processo de investimento que, como finalidade, deve alcançar os objetivos e executar a política de investimento que define o fundo (ANBIMA, 2016).

### 3 | METODOLOGIA

Segundo os objetivos esta pesquisa é classificada como descritiva. A classificação da pesquisa é dada como tal, pois visa estabelecer o nível de relação entre duas variáveis, definidas como taxa de administração e desempenho do fundo de investimento. Com relação aos métodos empregados, a pesquisa é desenvolvida com base em material já publicado, sendo classificado como bibliográfica (GIL, 2010).

O amostra contido neste estudo, totaliza 179 casos, de um total 269, baseia-se nos Fundos de Ações Índice Ativos. Os dados foram coletados a partir da consulta de duas ferramentas, sendo a primeira delas o consolidado histórico de Fundos que é fornecido mensalmente pela ANBIMA (Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais) e a segunda ferramenta utilizada denomina-se InfoFundos.com e permitiu coletar as rentabilidades desta categoria de fundos e suas respectivas taxas de administração. Logo, foi possível obter as rentabilidades acumuladas de 12, 24 e 36 meses dos fundos da amostra.

Após o levantamento de dados separou-se as taxas de administração cobradas pelos fundos em quartis.

Posteriormente, calculou-se a mediana, média, desvio padrão, curtose, assimetria e coeficiente de variabilidade da amostra completa bem como de cada quartil formulado. O cálculo foi efetuado utilizando-se as rentabilidades acumuladas de cada Fundo, isto é, usou-se a rentabilidade acumulada de 12, 24 e 36 meses. Os resultados foram tabulados e serão demonstrados adiante

A comparação entre as médias dos quartis foi realizada pela metodologia ANOVA. A metodologia possui duas hipóteses, sendo estas H0 e H1. H0 assume que as médias populacionais são iguais, ao passo que H1 apresenta pelo menos uma média diferente. O método tem como finalidade comparar as duas variáveis em estudo e verificar se

existe diferença significativa entre as médias das mesmas. Posteriormente, caso a H0 seja rejeitada, será realizado o teste de Bonferroni com o intuito de comparar a médias dos quartis, par a par, permitindo, assim, visualizar em qual par há evidências de diferenças significativas.

#### 4 | ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Nesta seção, os dados serão apresentados, assim como, os resultados do estudo em questão.

As Tabelas 1,2 e 3, foram elaboradas por período de rentabilidade de 12, 24 e 36 meses, respectivamente, e demonstram as taxas de administração dos fundos em análise, separados estatisticamente por meio de quartis.

Intervalo	Frequência Absoluta	Mediana	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Curtose	Assimetria
0,01% 0,5%	48	0,3194	0,3187	0,0706	22,15%	28,2251	-0,5941
0,5% 1,5%	44	0,318	0,3429	0,212	61,83%	28,2251	4,7765
1,5% 2,5%	44	0,3115	0,2584	0,1726	66,80%	7,0056	-1,8418
2,5% 10%	43	0,2949	0,31	0,1161	37,45%	19,9437	3,4438

Tabela 1 - Taxas de Administração separadas em quartis

Dados analisados-Rentabilidade de 12 meses dos Fundos de Ações Índice Ativo Brasileiros

Fonte: Dados da pesquisa

Conforme observa-se na Tabela 1, o segundo quartil apresenta maior média dentre os demais, com o valor de 0,3429. Já o terceiro quartil apresenta a menor, com o valor de 0,2584. Dessa forma, conclui-se que, para os dados analisados, o quartil que apresenta maior rentabilidade média é o segundo, devido ao seu maior valor constatado. Em contrapartida, utilizando-se a mesma linha de raciocínio, conclui-se que o terceiro quartil apresenta a menor rentabilidade média.

Como é possível observar, o primeiro quartil apresentou o menor coeficiente de variação da amostra de 22,15% e, portanto, se comparado com os demais, apresenta menor dispersão.

Analisando-se a dispersão dos dados, constata-se que o terceiro quartil apresenta maior variabilidade em relação à média visto que seu coeficiente de variação, dentre os demais, é o maior. Além disso, a baixa assimetria encontrada em todos os quartis pode ser explicada pela pequena diferença entre os valores da mediana e da média. Outro ponto importante é que o primeiro e o segundo quartil apresentam a maior curtose com o valor de 28,2251. Dessa forma, apresenta-se uma curva com maior achatamento se comparada com a distribuição normal.

Intervalo	Frequência Absoluta	Mediana	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Curtose	Assimetria
0,01% 0,5%	48	0,3316	0,3291	0,0998	30,33%	7,6133	-8,8159
0,5% 1,5%	44	0,302	0,3285	0,2412	73,42%	31,3057	5,1237
1,5% 2,5%	44	0,2718	0,2372	0,2727	114,97%	-1,3934	6,5091
2,5% 10%	43	0,2235	0,2202	0,1548	70,30%	11,4599	-2,2572

Tabela 2 - Taxas de Administração separadas em quartis

Dados analisados-Rentabilidade de 24 meses dos Fundos de Ações Índice Ativo Brasileiros

Fonte: Elaborada pelos autores

De acordo com os dados da Tabela 2, observa-se que o primeiro quartil apresenta maior média dentre os demais, com o valor de 0,3291. Já o quarto quartil apresenta a menor, com o valor de 0,2202. Dessa forma conclui-se que, para os dados analisados, o quartil que apresenta maior rentabilidade média é o primeiro, devido ao seu maior valor constatado. Em contrapartida e, utilizando-se a mesma linha de raciocínio, conclui-se que o quarto quartil apresenta a menor rentabilidade média.

Como se observa na Tabela 2, o primeiro quartil demonstrou o menor coeficiente de variação da amostra, apresentando o resultado de 30,33% e, portanto, se comparado com os demais, apresenta menor dispersão. Analisando-se a dispersão dos dados, é possível constatar que o terceiro quartil apresenta maior variabilidade em relação à média visto que seu coeficiente de variação, dentre os demais, é o maior. Além disso, a assimetria encontrada nos quartis pode ser explicada pela pequena diferença entre os valores da mediana e da média. Observa-se, também, que o segundo quartil demonstra a maior curtose, apresentando o valor de 31,3057. Assim sendo apresenta uma curva com maior achatamento se comparada com a distribuição normal. O terceiro quartil, por sua vez, apresenta um valor de curtose negativo, o qual sugere menor achatamento se comparada com a distribuição normal.

Intervalo	Frequência Absoluta	Mediana	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Curtose	Assimetria
0,01% 0,5%	48	0,3978	0,3935	0,1764	44,83%	9,6758	-1,2003
0,5% 1,5%	44	0,3574	0,3488	0,0971	27,84%	3,7456	-0,1839
1,5% 2,5%	44	0,2962	0,2326	0,3297	141,75%	6,118	-1,3951
2,5% 10%	43	0,2449	0,2114	0,223	105,49%	15,3202	-3,1012

Tabela 3 - Taxas de Administração separadas em quartis

Dados analisados-Rentabilidade de 36 meses dos Fundos de Ações Índice Ativo Brasileiros

Fonte: Elaborada pelos autores

Na Tabela 3, observa-se que o primeiro quartil apresenta maior média dentre os demais, com o valor de 0,3935. Já o quarto quartil apresenta a menor, com o valor de 0,2114. Dessa forma conclui-se que, para os dados analisados, o quartil que apresenta maior rentabilidade média é o primeiro, devido ao seu maior valor constatado. Em contrapartida, utilizando-se a mesma linha de raciocínio, conclui-se que o quarto quartil apresenta a menor rentabilidade média.

O segundo quartil demonstrou o menor coeficiente de variação da amostra, apresentando o valor de 27,84% e, portanto, se comparado com os demais, apresenta menor dispersão.

Analisando-se a dispersão dos dados, é possível constatar que o terceiro quartil apresenta maior variabilidade em relação à média, visto que seu coeficiente de variação, dentre os demais, é o maior. Além disso, a assimetria negativa encontrada nos quartis pode ser explicada pelo fato do maior valor da mediana ser maior do que a média. O quarto quartil demonstra a maior curtose, apresentando o valor de 15,3202. Desta maneira, apresenta-se uma curva com maior achatamento se comparada com a distribuição normal.

A Tabela 4 demonstra os resultados encontrados a partir do teste Análise de Variância - ANOVA.

Variável	Valor do Teste	P-Valor*
Rentabilidade 12 meses	2,44	0,0662
Rentabilidade 24 meses	3,69	0,0131
Rentabilidade 36 meses	7,17	0,0001

Tabela 4 – Análise de Variância

Notas: \* Significância de 5%.

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir de análise no software “Stata”

Considerando-se a rentabilidade de 12 meses, conforme observado na Tabela 4, conclui-se que, para uma significância de 5%, a hipótese H0 não é rejeitada, pois seu P-Valor é superior a 0,05. Portanto, é possível constatar que as médias das variáveis em estudo não apresentam diferenças estatisticamente significativas.

Considerando-se a rentabilidade de 24 meses, conclui-se que, para uma significância de 5%, a hipótese H0 é rejeitada, pois seu P-Valor é inferior a 0,05. Desse modo, é possível constatar que, nessa situação, as médias das variáveis estudadas apresentam significativa diferença em termos estatísticos.

Considerando-se a rentabilidade de 36 meses, conclui-se que, para uma significância de 5%, a hipótese H0 é rejeitada pelo mesmo motivo da situação anterior.

As Tabelas 5 e 6 demonstram o teste de Bonferroni para uma rentabilidade de 24 e 36 meses, respectivamente, onde H0 foi rejeitada.

	1 ° Quartil	2 ° Quartil	3 ° Quartil
2 ° Quartil	-0,006 (1,000)		
3 ° Quartil	-0,092 (0,186)	-0,913 (0,215)	
4 ° Quartil	-0,109 (0,068)	-0,108 (0,081)	-0,017 (1,000)

Tabela 5 - Teste de Bonferroni- Rentabilidade 24 meses

Notas: parênteses representam os p-valores

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir de análise no software "Stata"

Analisando-se a Tabela 5, observa-se que, para uma significância de 5%, não existe uma diferença significativa de médias entre os quartis, pois os mesmos não apresentam valores inferiores a 0,05. Considerando-se uma significância de 10%, é possível observar uma diferença entre as médias do 1° e 4° quartil, assim como no 2° e 4° quartil.

Outro ponto de destaque é que, por meio destes testes, foi possível notar uma divergência com o resultado observado na Tabela 4. A tabela demonstrou, pelo menos, um par de médias populacionais diferente. Já, ao utilizar o teste de Bonferroni, com uma significância de 5%, não se observa pares de médias significativamente diferentes, pelos motivos citados anteriormente. Considerando uma significância de 10%, a interpretação das duas tabelas é a mesma, isto é, pelo menos um par de médias se demonstra distinto.

	1° Quartil	2° Quartil	3° Quartil
2° Quartil	-0,045 (1,000)		
3° Quartil	-0,161 (0,004)	-0,116 (0,091)	
4° Quartil	-0,182 (0,001)	-0,137 (0,027)	-0,212 (1,000)

Tabela 6 - Teste de Bonferroni- Rentabilidade 36 meses

Notas: parênteses representam os p-valores

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir de análise no software "Stata"

Quando considerada uma significância de 5%, observa-se uma diferença significativa nas médias de três pares de quartis, sendo eles: 1° e 3°, 1° e 4° e 2° e 4°.

Tal análise sugere que, quando o período analisado é maior, a diferença entre as médias das variáveis em estudo é ainda mais discrepante, pois, entre todos os períodos analisados, o maior deles, ou seja, o de 36 meses foi o que apresentou o maior número de pares com diferenças de médias entre si.

## 5 | CONCLUSÃO

Para atingir o objetivo considerou-se, como universo de estudo, 179 Fundos de ações de índice ativo compreendidos no período dos anos de 2013 a 2016.

Com base nos testes estatísticos realizados e nos seus respectivos resultados, é possível concluir que a resposta para o questionamento proposto é que a diferenças

no prazo de 24 e 36 meses na rentabilidade dos fundos de acordo com a taxa de administração. Os Fundos que apresentam taxa de administração maior não entregam, efetivamente, para seus investidores, resultados mais significativos. Sendo assim há evidências de que os fundos da amostra que cobram menor taxa são aqueles que, ao contrário do esperado, apresentam melhor retorno. O resultado obtido é mais evidente no período de 36 meses. Tal período possibilita interpretar que, ao longo do tempo, a rentabilidade média para taxas menores é significativamente maior do que para taxas maiores.

Sob essa perspectiva, o trabalho realizado serve de contribuição para investidores, sejam eles de pequeno ou grande porte, com ou sem conhecimento de mercado, visto que traz uma informação exógena às análises comumente realizadas. Além disso, é possível, também, afirmar que o estudo serve de auxílio aos gestores de fundos que, a partir do resultado obtido, podem desenvolver novas estratégias acompanhadas de técnicas inovadoras a fim de obter-se melhores resultados e, dessa forma, manter a competitividade no mercado.

Para posteriores trabalhos no mesmo segmento, sugere-se a análise em Fundos de classe distintas e, sobretudo, com uma análise que compreenda tempos mais longos a fim de obter-se resultados ainda mais assertivos e fidedignos à realidade.

## REFERÊNCIAS

ANDREZO, Andrea Fernandes; LIMA, Iran Siqueira. **Mercado Financeiro**: aspectos históricos e conceituais. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

ASSAF Neto, Alexandre. **Mercado Financeiro**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DOS MERCADOS FINANCEIRO E DE CAPITAIS. **Cartilha da nova Classificação de Fundos**. Disponível em: <[http://portal.anbima.com.br/fundos-de-investimento/nova-classificacao-de-fundos/Documents/NovaClassificacaodeFundos\\_PaperTecnico.pdf](http://portal.anbima.com.br/fundos-de-investimento/nova-classificacao-de-fundos/Documents/NovaClassificacaodeFundos_PaperTecnico.pdf)>. Acesso: em 15 de set. 2016a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DOS MERCADOS FINANCEIRO E DE CAPITAIS. **Cenário continua favorável para indústria de fundos**. Disponível em: <[http://portal.anbima.com.br/informacoes-tecnicas/boletins/fundos-de-investimento/Documents/BoletimFI\\_201608.pdf](http://portal.anbima.com.br/informacoes-tecnicas/boletins/fundos-de-investimento/Documents/BoletimFI_201608.pdf)>. Acesso: em 22 de set. 2016b.

DALMÁCIO, Flávia Zóboli; NOSSA, Valcemiro; ZANQUETTO FILHO, Hélio. Avaliação da relação entre a performance e a taxa de administração dos Fundos de Ações Ativos Brasileiros. **Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade**, Brasília, v. 1, n. 3, p. 1- 30, ago./nov. 2007

FORTUNA, Eduardo. **Mercado Financeiro**: produtos e serviços. 19. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas: 2010.

GRADILONE, C. Ganhar dinheiro vai exigir mais atenção nos próximos 12 meses. **Revista Exame**. Edição Especial: Os Melhores Fundos de Investimento 2003. São Paulo, p. 8-12, ago. 2003.

PINHEIRO, Juliano Lima. **Mercado de Capitais**: fundamentos e técnicas. São Paulo: Atlas, 2012.

ROCHA, Tatiana Nogueira da. **Fundos de Investimento e o papel do administrador: a indústria dos fundos no mercado brasileiro e a liberdade para agir, os poderes e obrigações dos seus administradores**. São Paulo: Textonovo, 2003.

## OTIMIZAÇÃO DO MIX DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE TINTAS E REVESTIMENTOS

### **Ariane Schio de Azevedo**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Campo Grande - MS

### **Carolina Lino Martins**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Campo Grande - MS

### **João Batista Sarmiento dos Santos Neto**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Campo Grande - MS

### **Kassia Tonheiro Rodrigues**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Campo Grande - MS

### **Luiz Junior Maemura Yoshiura**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Campo Grande - MS

**RESUMO:** O presente trabalho possui como objetivo a definição do mix de produção ótimo em uma indústria de tintas e revestimentos no município de Campo Grande – MS. Este objetivo foi atingido através do desenvolvimento de um modelo de programação linear, um método de pesquisa operacional muito utilizado por ser de fácil e ampla aplicação. Para o desenvolvimento do modelo, realizou-se uma etapa de coleta dos dados da empresa, que se deu através de observações, entrevistas semiestruturadas e análise de documentos e relatórios da empresa. Com esses dados foi possível

construir o modelo que teve como variáveis os principais produtos desta indústria, como função objetivo a maximização do lucro e como restrições a capacidade produtiva da indústria, a disponibilidade de matérias-primas e a necessidade de atendimento de uma demanda mínima de cada produto. O modelo foi resolvido com a ferramenta Solver do software Microsoft Excel. O modelo foi validado ao fazer alterações de apenas uma unidade nos dados de entrada e analisar que as alterações nos resultados foram as alterações esperadas. Foi obtida uma solução ótima viável. Realizou-se uma análise de sensibilidade da solução por meio da interpretação dos relatórios de respostas, de sensibilidade e de limites gerados pelo Solver. A partir dos resultados obtidos e das observações realizadas anteriormente, foram propostas sugestões de melhorias para os processos da empresa e elaborado um plano de ação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pesquisa operacional. Programação linear. Indústria de tintas e revestimentos. Mix de produção. Processo de tomada de decisão.

**ABSTRACT:** The present work aims to define the product mix in an industry of coatings in the city of Campo Grande - MS. This goal was achieved through the development of a linear programming model, an operational research method widely used and relatively simple to

apply. For the development of the model, a stage of data collection of the company was carried out, through observations, semi-structured interviews and analysis of documents and reports of the company. With this data it was possible to build the model that had as variables the main products of the industry, as the objective function the maximization of the profit and as constraints the productive capacity of the industry, the availability of input materials and the need to achieve a minimum demand of each product. The model was solved through the Microsoft Excel software tool Solver. The model was validated by changing one unit in the input data and analyzing that the results met the expected results. A viable optimal solution was obtained. A sensitivity analysis was carried out through the interpretation of the answer, sensibility and limits reports generated by the Solver. From the results obtained and the observations made, suggestions for improvements of the company's processes were proposed and a plan of action was elaborated.

**KEYWORDS:** Operational Research. Linear Programming. Coatings industry. Production mix problems. Decision making process.

## 1 | INTRODUÇÃO

As condições do ambiente de negócios mudam constantemente e se tornam cada dia mais complexas, o que tem gerado às empresas o desafio de se manterem competitivas. Isso tem exigido dos gestores habilidades cada vez mais desenvolvidas em análise da situação competitiva atual e das forças do ambiente, presentes ou incipientes, que podem provocar mudanças, e na elaboração de cenários futuros (ANDRADE, 2015).

Os modelos matemáticos podem ser utilizados como ferramentas consistentes para auxílio a tomada de decisão no ambiente organizacional. Neste sentido, a Pesquisa Operacional (PO) se torna cada vez mais útil e importante por proporcionar um procedimento organizado e consistente que auxilia na tarefa de gestão de recursos humanos, materiais e financeiros de uma organização, abrangendo diversas áreas, modelos e algoritmos que permitem ao gestor tomar decisão em problemas complexos (LACHTERMACHER, 2007; MARINS, 2011).

Uma das técnicas mais utilizadas na prática é a programação linear, que busca solucionar o problema genérico de alocar recursos da melhor forma possível, considerando limitações e restrições para atividades que competem entre si, ou seja, selecionar o nível de certas atividades que competem por recursos escassos necessários para realizar essas atividades (ARENALES et al, 2015; HILLIER; LIEBERMAN, 2006).

Com isso, percebe-se que a aplicação da programação linear pode permitir a uma indústria informações que podem na prática melhorar seus resultados. Sendo assim, propôs-se a aplicação da programação linear em uma indústria de tintas e revestimentos localizada em Campo Grande – MS que tem buscado melhorar seus processos para planejar ações que possibilitem a melhoria de resultados também a

médio e longo prazo. O intuito é encontrar o *mix* de produção ótimo para a empresa, em função dos seus recursos disponíveis. Para modelar o problema, foram considerados dados fornecidos pela empresa no que tange a linha de produtos, preço e lucro por produto e etc. A partir disso, foi elaborado um problema de Programação Linear e buscou-se encontrar o máximo lucro possível.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A tomada de decisão pode ser definida como o processo de identificar um problema ou uma oportunidade e selecionar uma linha de ação para resolvê-lo, ou seja, uma tomada de decisão acontece quando se percebe que o estado atual de uma situação é diferente do estado desejado ou quando as circunstâncias oferecem possibilidades de melhoria da situação atual e deseja-se realizar ações para alterar a situação atual (LACHTERMACHER, 2007).

A pesquisa operacional pode ser aplicada para uma grande variedade de problemas em diversas áreas, pode ser definida como uma ciência aplicada que utiliza técnicas científicas conhecidas ou desenvolvidas para a situação específica estudada, tendo como base a aplicação do método científico. Uma característica interessante da PO é a busca pela melhor solução para o problema, a solução ótima (HILLIER; LIEBERMAN, 2006; MARINS, 2011).

A técnica a ser utilizada para resolver os modelos matemáticos, em PO, vai depender do seu tipo e complexidade. A técnica mais utilizada é a programação linear que é aplicada a modelos nos quais a função objetivo e as restrições são lineares. Problemas de programação linear (PL) são problemas de otimização nos quais se deseja minimizar ou maximizar uma função linear com restrições também lineares fazendo o uso de variáveis contínuas. Os modelos de otimização linear são utilizados com muita frequência na prática, por serem capazes de representar muitas situações reais e também por conseguirem representar subproblemas de situações mais complexas. Um modelo de programação linear, como outros de pesquisa operacional, é composto por três componentes: as variáveis de decisão que se deseja determinar, o objetivo que se deseja otimizar e as restrições que devem ser cumpridas pela solução (PINTO; MENEZES, 2008; TAHA, 2008; ARENALES et al., 2015).

De acordo com Lachtermacher (2007), um problema padrão de programação linear pode ser representado matematicamente da seguinte maneira:

$$\text{Maximizar: } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

Sujeito a:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$$

Figura 1 – Padrão de programação linear

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Em que  $Z$  é a função objetivo que se deseja maximizar,  $n$  é o número de variáveis,  $m$  é o número de restrições,  $c_n$  é o coeficiente da variável  $x_n$  e  $a_{mn}$  é o coeficiente da variável  $x_n$  na restrição de número  $m$ .

Em geral, o uso da programação linear busca alocar recursos limitados da melhor forma possível para diferentes atividades que competem entre si, ou seja, determinar o nível de certas atividades que competem por recursos escassos necessários para ambas de acordo com o consumo de cada recurso. Isso pode ser aplicado a diversas situações, como, por exemplo, alocação de recursos de produção a produtos, alocação de recursos nacionais a necessidades domésticas, seleção de portfólio, seleção de padrões de embarque, do planejamento agrícola a sessões de radioterapia, entre outros (HILLIER; LIEBERMAN, 2006).

Modelos com uma quantidade de variáveis e que exigirão muitos cálculos, o que torna a resolução demorada e cansativa, podem ser resolvidos com o uso de softwares como, a função Solver do Microsoft Excel. Esta ferramenta resolve problemas genéricos de programação matemática, usando o método Simplex para problemas lineares e inteiros (LESCH; HEIN, 2009).

Um problema de *mix* de produção, também chamado de problema da análise de atividades, consiste na determinação do objetivo ótimo, representado geralmente pelo maior lucro possível ou a maior receita de venda, que se pode alcançar com a produção de  $n$  unidades de determinado bem ou serviço, em situações nas quais os recursos disponíveis (quantidade de dinheiro, mão de obra, matérias-primas, máquinas de produção, instalações, demanda no mercado etc.) são limitados ou escassos (LONGARAY, 2013).

## 3 | METODOLOGIA

### 3.1 Definição do problema

O estudo de caso foi realizado em uma indústria de tintas e revestimentos localizada em Campo Grande - MS. O portfólio de produtos da indústria engloba uma linha de tintas e revestimentos imobiliários e os produtos são divididos quanto à fabricação em: base solvente e base água, estando os produtos desta segunda forma divididos entre as linhas látex, revestimentos e complementos.

A indústria estudada tem buscado desenvolver e aumentar sua produção, porém, tem se deparado com diversos obstáculos. Sendo assim, propôs-se a aplicação da programação linear na tentativa de definir o *mix* de produção que proporciona maior lucro à empresa e para compreender melhor as restrições dos processos da mesma.

Foram identificadas como principais restrições na indústria estudada: a capacidade dos equipamentos, a disponibilidade de matérias-primas e a necessidade de atendimento das demandas de todos os produtos. Feito isso, passou-se para a construção do modelo descrito a seguir.

### 3.2 Construção do modelo

As variáveis consideradas para o modelo foram os principais produtos fabricados nesta indústria e a função - objetivo do modelo uma variável de decisão para cada produto, com coeficiente representado pelo respectivo lucro.

Foi informado pela empresa um valor médio do lucro de cada produto dado que podem haver variações de acordo com as negociações e contratos com clientes. Pode-se observar estes valores no Quadro 1.

Linha de Produtos	Produto	Variável	Lucro médio por kg
Linha látex	Tinta acrílica premium	11	R\$ 2,82
	Tinta para piso	12	R\$ 2,35
	Tinta acrílica	13	R\$ 2,44
Base solvente	Esmalte	s1	R\$ 5,15
	Verniz	s2	R\$ 4,49
Complementos	Fundo preparador	c1	R\$ 2,29
	Massa acrílica	c2	R\$ 1,67
	Selador	c3	R\$ 0,92
	Massa PVA	c4	R\$ 0,40
Revestimentos	Grafiato	r1	R\$ 0,93
	Graliti	r2	R\$ 1,56
	Textura	r3	R\$ 1,03

Quadro 1 – Variáveis do modelo e lucro médio por quilograma de cada produto

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

A somatória entre as variáveis e seus respectivos lucros formaram a equação da função objetivo com o objetivo de maximizar:

$$\begin{aligned} \text{Max } Z = & 2,82 l_1 + 2,35 l_2 + 2,44 l_3 + 5,15 s_1 + 4,49 s_2 + 2,29 c_1 + 1,67 c_2 + \\ & 0,92 c_3 + 0,4 c_4 + 0,93 r_1 + 1,56 r_2 + 1,03 r_3 \end{aligned} \quad (1)$$

Para o problema de definição do *mix*, uma das restrições identificadas foi a capacidade. A indústria não soube informar o tempo gasto em cada etapa de produção, porém informou uma estimativa de quantas ordens de produção cada linha de produção é capaz de executar diariamente e afirmou que é por meio destas quantidades que a produção é planejada.

A capacidade foi calculada por meio do produto entre a quantidade de ordens de produção diárias e a capacidade máxima em quilogramas dos tachos disponíveis. As quantidades informadas e as capacidades calculadas, são apresentadas no Quadro 2.

Linha de produção	Equipamentos	Ordens de produção/dia	Capacidade em kg/dia	Capacidade em kg/mês	Produto
1	1 batedor	6	4700	103400	Revestimentos
	1 tacho de 350 kg				
	1 tacho de 750 kg				
	1 tacho de 1250 kg				
2	1 batedor	6	4700	103400	Revestimentos
	1 tacho de 350 kg				
	1 tacho de 750 kg				
	1 tacho de 1250 kg				
3	1 batedor	6	4700	103400	Revestimentos
	1 tacho de 350 kg				
	1 tacho de 750 kg				
	1 tacho de 1250 kg				
4	1 batedor	3	7500	165000	Revestimentos
	3 tachos de 2500 kg				
5	1 batedor	5	15000	330000	Massa PVA e Acrílica
	3 tachos de 3000 kg				
6	1 batedor	5	15000	330000	Linha látex
	3 tachos de 3000 kg				
7	1 batedor	5	15000	330000	Linha látex ou complementos
	3 tachos de 3000 kg				
8	2 batedores	4	21200	466400	Linha látex
	2 tachos de 5300 kg				
	1 envasadora semi-automática				
9	4 batedores	6	11000	242000	Linha látex
	2 tachos de 2300 kg				
	2 tachos de 1600 kg				
10	1 batedor	4	11600	255200	Linha látex ou revestimentos
	4 tachos de 2900 kg				
11	1 batedor	4	8800	193600	Linha látex ou revestimentos
	3 tachos de 2200 kg				
12	3 batedores	5	4500	99000	Produtos base solvente
	5 tachos de 900 kg				
	1 tacho de 540 kg				
	2 envasadoras				

Quadro 2 – Capacidades de cada linha de produção da indústria

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

No Quadro 2, é possível observar as capacidades máximas de cada linha de produção e como estas foram calculadas, considerando-se a utilização dos tachos de

maneira alternada, e também quais produtos podem ser fabricados em cada linha de produção. Cada linha de produção da indústria é destinada a alguns tipos de produtos específicos devido a diferenças nos motores dos batedores.

Para a formulação das restrições, foram somadas as capacidades de todas as linhas destinadas aos mesmos produtos, como mostra o Quadro 3.

RESTRICÇÕES DE CAPACIDADE		
Produtos	Linhas de Produção	Produção máxima possível em kg/mês
Revestimentos	1, 2, 3, 4, 10 e 11	924.000
Linha látex	6, 7, 8, 9, 10 e 11	1.817.200
Complementos exceto massa acrílica e passa pva	5	330.000
Massa acrílica e massa pva	5 e 7	660.000
Base água	1 à 11	2.622.400
Base solvente	12	99.000

Quadro 3 – Capacidades por produtos

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

De acordo com o Quadro 3, a quantidade a ser produzida de cada família de produtos não deve ultrapassar a produção máxima possível. Dessa forma, obteve-se as seguintes restrições:

$$r_1 + r_2 + r_3 \leq 924000 \quad (2)$$

$$l_1 + l_2 + l_3 \leq 1817200 \quad (3)$$

$$c_1 + c_3 \leq 330000 \quad (4)$$

$$c_2 + c_4 \leq 660000 \quad (5)$$

$$r_1 + r_2 + r_3 + l_1 + l_2 + l_3 + c_1 + c_2 + c_3 + c_4 \leq 2622400 \quad (6)$$

$$s_1 + s_2 \leq 99000 \quad (7)$$

Outra restrição considerada foi a quantidade de matérias-primas disponíveis por mês, em função da limitação de espaço físico disponível para armazenamento. Para essa restrição, foi preciso conhecer quanto é usado de cada matéria-prima em cada produto e quanto de cada matéria-prima está disponível para o uso mensalmente (Quadro 4).

Produtos	Material	Quantidade disponível (kg/mês)
Revestimentos	Adivitos diversos	33.000
	Cargas inertes	735.000
	Resinas alquídicas	105.000
	Pigmentos orgânicos e inorgânicos	41.100
	Quantidade (kg/mês)	

Quadro 4 – Quantidade mensal de matérias-primas disponíveis para produtos base água.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Tem-se que a soma dos produtos entre os percentuais de cada matéria-prima e a quantidade total a ser produzida deve ser menor ou igual a quantidade disponível da matéria-prima por mês. Os materiais necessários para cada um dos produtos base água são apresentados no Quadro 5.

BASE ÁGUA							
Linha de produtos	Produto	Aditivos diversos	Cargas inertes	Resinas alquídicas	Pigmentos orgânicos e inorgânicos	Água	Total
Linha látex	Tinta acrílica premium	4,60%	4,00%	30,00%	18,00%	43,40%	100,00%
	Tinta para piso	3,60%	30,00%	18,00%	10,00%	38,40%	100,00%
	Tinta acrílica	3,60%	35,00%	16,00%	8,00%	37,40%	100,00%
Complementos	Fundo preparador	2,40%	0,00%	20,00%	0,00%	77,60%	100,00%
	Massa acrílica	1,40%	65,00%	9,00%	0,00%	24,60%	100,00%
	Selador	2,30%	38,00%	7,00%	1,00%	51,70%	100,00%
	Massa PVA	1,40%	67,00%	1,80%	0,00%	29,80%	100,00%
Revestimentos	Grafato	2,32%	60,00%	8,70%	1,00%	27,98%	100,00%
	Graliti	3,70%	60,00%	9,00%	1,00%	26,30%	100,00%
	Textura	3,70%	70,00%	10,00%	1,00%	15,30%	100,00%

Quadro 5 – Necessidades materiais para cada produto base água

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

As restrições para matéria prima encontram-se formuladas em (8), (9), (10) e (11) para Aditivos diversos, Cargas inerentes, Resinas Alquídicas e Pigmentos orgânicos e inorgânicos, respectivamente:

$$0,046 l_1 + 0,036 l_2 + 0,036 l_3 + 0,024 c_1 + 0,014 c_2 + 0,023 c_3 + 0,014 c_4 + 0,0232 r_1 + 0,037 r_2 + 0,037 r_3 \leq 33000 \quad (8)$$

$$0,04 l_1 + 0,3 l_2 + 0,35 l_3 + 0,65 c_2 + 0,38 c_3 + 0,67 c_4 + 0,6 r_1 + 0,6 r_2 + 0,7 r_3 \leq 735000 \quad (9)$$

$$0,3 l_1 + 0,18 l_2 + 0,16 l_3 + 0,2 c_1 + 0,09 c_2 + 0,07 c_3 + 0,018 c_4 + 0,087 r_1 + 0,09 r_2 + 0,1 r_3 \leq 105000 \quad (10)$$

$$0,18 l_1 + 0,1 l_2 + 0,08 l_3 + 0,01 c_3 + 0,01 r_1 + 0,01 r_2 + 0,1 r_3 \leq 41100 \quad (11)$$

Para os produtos base solvente, as necessidades materiais serão apresentadas no Quadro 6.

BASE SOLVENTE						
Linha de produtos	Produto	Aditivos diversos	Resinas alquídicas	Pigmentos orgânicos e inorgânicos	Solventes	Total
Base solvente	Esmalte	3,00%	48,00%	12,00%	37,00%	100,00%
	Verniz	3,00%	45,00%	4,00%	48,00%	100,00%

Quadro 6 – Necessidades materiais para cada produto base solvente

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

A quantidade em que estes estão disponíveis para uso por mês é apresentada no Quadro 7.

Materiais (base solvente)	Aditivos diversos	Resinas alquídicas	Pigmentos orgânicos e inorgânicos	Solventes
Quantidade (kg/mês)	1.100	15.980	6.710	18.220

Quadro 7 – Quantidade mensal de matérias-primas disponíveis para produtos base solvente

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Com isso, foram formuladas as seguintes restrições:

$$0,03 s_1 + 0,03 s_2 \leq 1.100 \quad (12)$$

$$0,48 s_1 + 0,45 s_2 \leq 15.980 \quad (13)$$

$$0,12 s_1 + 0,04 s_2 \leq 6.710 \quad (14)$$

$$0,37 s_1 + 0,48 s_2 \leq 18.220 \quad (15)$$

Por fim, considerou-se como uma restrição a necessidade de atendimento a uma demanda mínima de cada produto, que foi calculada por meio da média das quantidades vendidas de cada produto no período de três meses, devido ao desejo da empresa em aumentar sua produção sem realizar qualquer alteração em seu portfólio de produtos.

Produto	Vendas em kg			
	jan/17	fev/17	mar/17	Média
Tinta acrílica premium	100.113,20	62.925,40	64.146,40	75.728,33
Tinta para piso	35.899,60	22.399,80	23.666,20	27.321,87
Tinta acrílica	68.068,80	40.559,40	55.006,60	54.544,93
Esmalte	35.035,20	20.258,00	27.753,20	27.682,13
Verniz	4.597,00	5.158,40	3.586,20	4.447,20
Fundo preparador	2.311,20	896,60	3.505,80	2.237,87
Massa acrílica	49.489,40	46.072,10	45.688,00	47.083,17
Selador	122.086,80	86.238,60	98.854,00	102.393,13
Massa PVA	351.421,70	378.123,00	257.928,40	329.157,70
Grafiato	228.766,67	295.816,67	243.800,00	256.127,78
Graliti	85.041,67	82.666,67	77.475,00	81.727,78
Textura	151.041,67	188.991,67	167.300,00	169.111,11
<b>Total</b>	<b>1.233.872,90</b>	<b>1.230.106,30</b>	<b>1.068.709,80</b>	<b>1.177.563,00</b>

Quadro 8 – Quantidade média de vendas por produto

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Como a indústria não deseja alterar seu portfólio de produtos, pretendendo continuar a atender as demandas atuais, a quantidade total a ser produzida deste produto não pode ser inferior a esta média de vendas. O mesmo foi considerado para os demais produtos. Portanto, foram formuladas as seguintes restrições:

$$l_1 \geq 75728,33 \quad (16)$$

$$l_2 \geq 27321,87 \quad (17)$$

$$l_3 \geq 54544,93 \quad (18)$$

$$s_1 \geq 27682,13 \quad (19)$$

$$s_2 \geq 4447,2 \quad (20)$$

$$c_1 \geq 2237,867 \quad (21)$$

$$c_2 \geq 47083,17 \quad (22)$$

$$c_3 \geq 102393,1 \quad (23)$$

$$c_4 \geq 329157,7 \quad (24)$$

$$r_1 \geq 256127,78 \quad (25)$$

$$r_2 \geq 81727,78 \quad (26)$$

$$r_3 \geq 169111,1 \quad (27)$$

As restrições foram analisadas e o modelo foi construído em planilha eletrônica do MS Excel®.

### 3.3 Solução e validação do modelo

Para a resolução do modelo foi utilizada o implemento Solver do software Microsoft Excel®. Os parâmetros utilizados para a resolução do modelo se encontram na Figura 2.

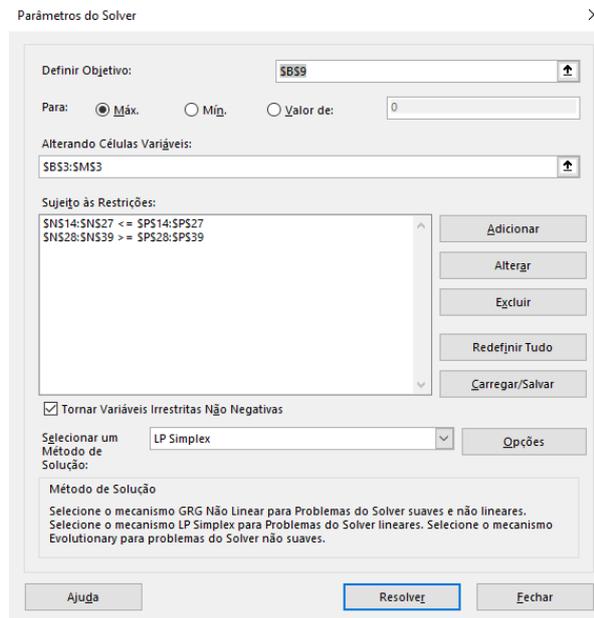


Figura 2 – Parâmetros do Solver

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Observa-se na Figura 2 a célula do Excel referente à função objetivo, a escolha de maximizá-la, as células referentes as variáveis, as células referentes a ambos os lados das restrições e os sinais destas, a opção por tornar as variáveis não-negativas e o método de solução escolhido, que foi o LP Simplex.

O método de solução LP Simplex realizou 17 iterações, não havendo nenhum subproblema, e encontrou uma solução ótima viável com tempo de solução de 0,047 segundos. Foram obtidos relatórios de resposta, de sensibilidade e de limites.

A validação do modelo se deu ao fazer alterações de uma unidade nos dados de entrada e analisar que as alterações nos resultados foram as alterações esperadas.

## 4 | RESULTADOS

Por meio da otimização, foi possível obter o *mix* de produção para a empresa estudada com a quantidade de produção definida cada produto: 75.728,33 quilogramas de tinta acrílica *premium*, 27.321,86 quilogramas de tinta para piso, 54.544,93 quilogramas de tinta acrílica, 29.122,42 quilogramas de esmalte, 4.447,2 quilogramas de verniz, 2.237,87 quilogramas de fundo preparador, 71.844,56 quilogramas de massa acrílica, 102.393,13 quilogramas de selador, 444.752,40 quilogramas de massa pva, 256.127,78 quilogramas de grafiato, 81.727,78 quilogramas de graliti e

169.111,11 quilogramas de textura. Isso representa uma produção total de 1.319.359,39 quilogramas.

O *mix* de produção proposto proporciona como lucro máximo o valor de R\$ 1.516.544,95. Na Figura 3, pode ser observada uma comparação entre a quantidade proposta pelo modelo e a quantidade média obtida atualmente pela empresa.

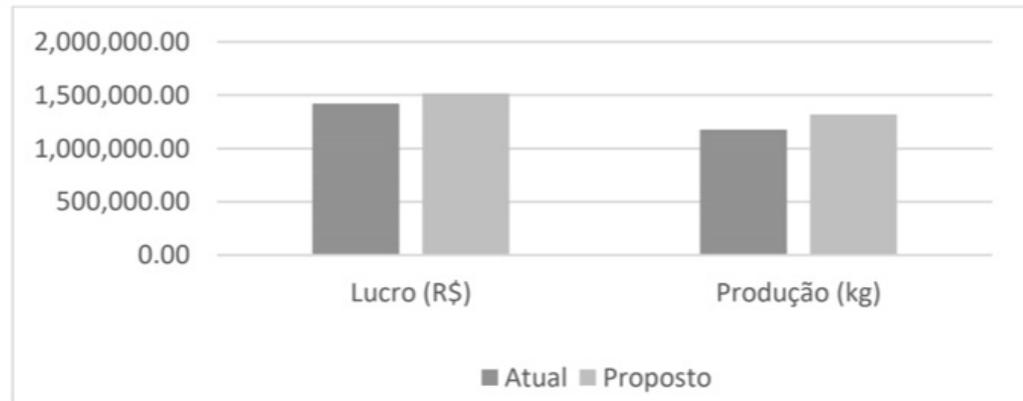


Figura 3 – Comparação entre os resultados propostos e uma média dos resultados atuais

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

O resultado proposto pelo modelo sugere que a empresa poderia ter um aumento de 7% nos lucros totais e em termos de produção, um aumento de 12% em comparação com a quantidade de vendas média mensal.

As quantidades ótimas de produção de cada item indicada pelo Solver foram comparadas com as quantidades médias de venda mensais para cada item calculadas (Figura 4).

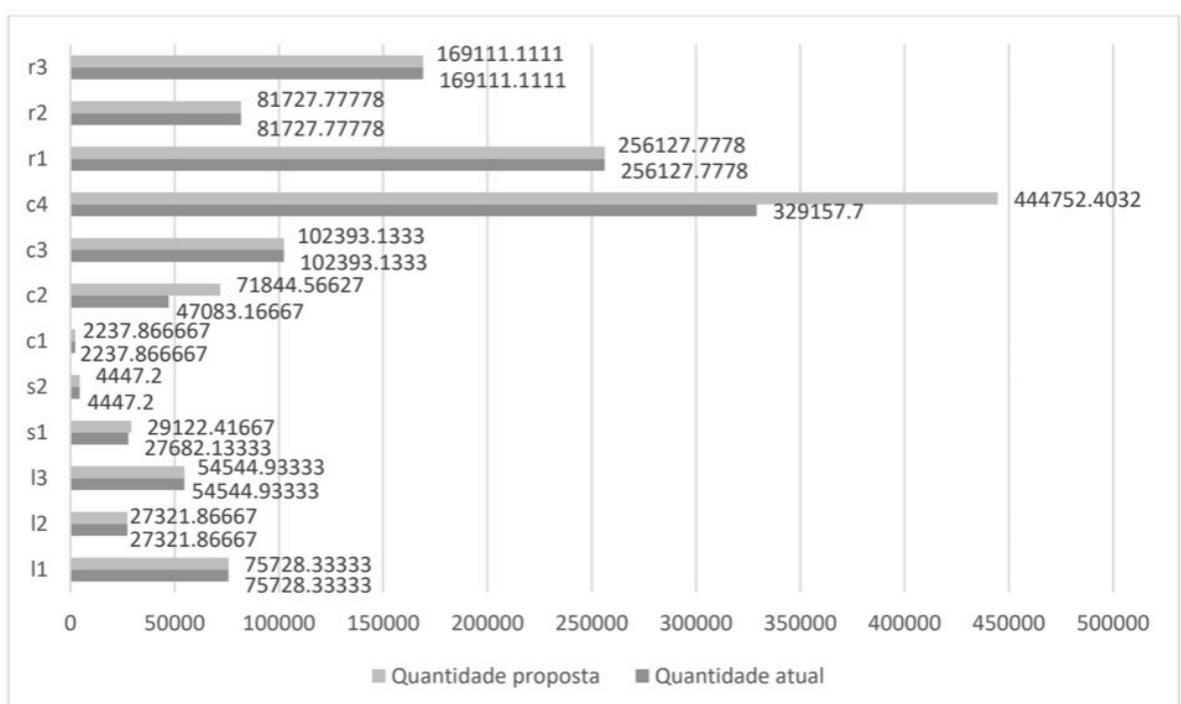


Figura 4 – Comparação entre a quantidade de produção proposta e média de vendas mensais

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

É possível observar que apenas os produtos c4 (massa pva), c2 (massa acrílica) e s1 (esmalte) apresentaram variação entre essas quantidades, aumentando 115.594,7, 24.761,39 e 1.440,28 quilogramas respectivamente. Para os demais produtos a quantidade indicada pelo Solver foi a mesma quantidade considerada como demanda mínima nas restrições do modelo.

#### 4.1 Análise de sensibilidade

Para que os resultados do modelo possam ser compreendidos com mais profundidade, o Solver proporciona três relatórios com informações adicionais, sendo eles: relatório de respostas, relatório de sensibilidade e relatório de limites.

Na primeira parte do relatório de respostas, é possível observar os resultados obtidos para a função objetivo e para as variáveis. A segunda parte do relatório de respostas trata dos resultados obtidos para as restrições estipuladas (Figura 4).

Restrições						
	Célula	Nome	Valor da Célula	Fórmula	Status	Margem de Atraso
Capacidade	\$N\$14	1	506966,6667	$\$N\$14 \leq \$P\$14$	Não-associação	417033,3333
	\$N\$15	2	104631	$\$N\$15 \leq \$P\$15$	Não-associação	225369
	\$N\$16	3	516596,9695	$\$N\$16 \leq \$P\$16$	Não-associação	143403,0305
	\$N\$17	4	157595,1333	$\$N\$17 \leq \$P\$17$	Não-associação	1659604,867
	\$N\$18	5	33569,61667	$\$N\$18 \leq \$P\$18$	Não-associação	65430,38333
	\$N\$19	6	1285789,769	$\$N\$19 \leq \$P\$19$	Não-associação	1336610,231
MP b. água	\$N\$20	7	31295,01991	$\$N\$20 \leq \$P\$20$	Não-associação	1704,980094
	\$N\$21	8	735000	$\$N\$21 \leq \$P\$21$	Associação	0
	\$N\$22	9	105000	$\$N\$22 \leq \$P\$22$	Associação	0
	\$N\$23	10	26820,47933	$\$N\$23 \leq \$P\$23$	Não-associação	14279,52067
MP b. solv.	\$N\$24	11	1007,0885	$\$N\$24 \leq \$P\$24$	Não-associação	92,9115
	\$N\$25	12	15980	$\$N\$25 \leq \$P\$25$	Associação	0
	\$N\$26	13	3672,578	$\$N\$26 \leq \$P\$26$	Não-associação	3037,422
	\$N\$27	14	12909,95017	$\$N\$27 \leq \$P\$27$	Não-associação	5310,049833
Demanda média	\$N\$28	15	75728,33333	$\$N\$28 \geq \$P\$28$	Associação	0
	\$N\$29	16	27321,86667	$\$N\$29 \geq \$P\$29$	Associação	0
	\$N\$30	17	54544,93333	$\$N\$30 \geq \$P\$30$	Associação	0
	\$N\$31	18	29122,41667	$\$N\$31 \geq \$P\$31$	Não-associação	1440,283333
	\$N\$32	19	4447,2	$\$N\$32 \geq \$P\$32$	Associação	0
	\$N\$33	20	2237,866667	$\$N\$33 \geq \$P\$33$	Associação	0
	\$N\$34	21	71844,56627	$\$N\$34 \geq \$P\$34$	Não-associação	24761,39961
	\$N\$35	22	102393,1333	$\$N\$35 \geq \$P\$35$	Associação	0
	\$N\$36	23	444752,4032	$\$N\$36 \geq \$P\$36$	Não-associação	115594,7032
	\$N\$37	24	256127,7778	$\$N\$37 \geq \$P\$37$	Associação	0
	\$N\$38	25	81727,7778	$\$N\$38 \geq \$P\$38$	Associação	0
	\$N\$39	26	169111,1111	$\$N\$39 \geq \$P\$39$	Associação	0

Nesta parte do relatório de respostas, visualiza-se os valores resultantes de cada restrição, dados os valores atribuídos as variáveis. A margem de atraso indica a distância destes valores dos valores que limitam as restrições.

A coluna status indica associação ou não associação da restrição limitante do problema. As restrições que são diferentes de zero na margem de atraso, não associadas, há folga, ou seja, é possível concluir que há capacidade disponível para produzir mais que o indicado. Já as restrições associadas possuem margem de atraso igual a zero, não há folga, então, considera-se uma restrição limitante.

Tendo analisado as informações contidas no Relatório de Respostas, passou-se a análise do Relatório de Sensibilidade que pode ser observado na Figura 5.

Células Variáveis						
Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir
\$B\$3	Quantidade ótima l1	75728,33333	0	2,82	2,504828395	1E+30
\$C\$3	Quantidade ótima l2	27321,86667	0	2,353333333	0,873814815	1E+30
\$D\$3	Quantidade ótima l3	54544,93333	0	2,442222222	0,436091564	1E+30
\$E\$3	Quantidade ótima s1	29122,41667	0	5,15	1E+30	0,360666667
\$F\$3	Quantidade ótima s2	4447,2	0	4,49	0,338125	1E+30
\$G\$3	Quantidade ótima c1	2237,866667	0	2,29	1,256769547	1E+30
\$H\$3	Quantidade ótima c2	71844,56627	0	1,672	0,3155	0,104227273
\$I\$3	Quantidade ótima c3	102393,1333	0	0,92	0,365773045	1E+30
\$J\$3	Quantidade ótima c4	444752,4032	0	0,3975	0,292331724	0,0631
\$K\$3	Quantidade ótima r1	256127,7778	0	0,9264	0,686555864	1E+30
\$L\$3	Quantidade ótima r2	81727,77778	0	1,56	0,106157407	1E+30
\$M\$3	Quantidade ótima r3	169111,1111	0	1,032	0,82318107	1E+30

Restrições							
Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permitido Aumentar	Permitido Reduzir	
Capacidade	\$N\$14	1	506966,6667	0	924000	1E+30	417033,3333
	\$N\$15	2	104631	0	330000	1E+30	225369
	\$N\$16	3	516596,9695	0	660000	1E+30	143403,0305
	\$N\$17	4	157595,1333	0	1817200	1E+30	1659604,867
	\$N\$18	5	33569,61667	0	99000	1E+30	65430,38333
	\$N\$19	6	1285789,769	0	2622400	1E+30	1336610,231
MP.b. água	\$N\$20	7	31295,01991	0	33000	1E+30	1704,980094
	\$N\$21	8	735000	0,116851852	735000	66855,77894	62421,13973
	\$N\$22	9	105000	17,73384774	105000	8642,927039	1796,125404
	\$N\$23	10	26820,47933	0	41100	1E+30	14279,52067
MP.b. solv.	\$N\$24	11	1007,0885	0	1100	1E+30	92,9115
	\$N\$25	12	15980	10,72916667	15980	1486,584	691,336
	\$N\$26	13	3672,578	0	6710	1E+30	3037,422
	\$N\$27	14	12909,95017	0	18220	1E+30	5310,049833
Demanda média	\$N\$28	15	75728,33333	-2,504828395	75728,33333	6008,608053	29351,6331
	\$N\$29	16	27321,86667	-0,873814815	27321,86667	10446,21546	27321,86667
	\$N\$30	17	54544,93333	-0,436091564	54544,93333	11926,69991	54544,93333
	\$N\$31	18	29122,41667	0	27682,13333	1440,283333	1E+30
	\$N\$32	19	4447,2	-0,338125	4447,2	1536,302222	4447,2
	\$N\$33	20	2237,866667	-1,256769547	2237,866667	8980,627022	2237,866667
	\$N\$34	21	71844,56627	0	47083,16667	24761,39961	1E+30
	\$N\$35	22	102393,1333	-0,365773045	102393,1333	30040,04046	102393,1333
	\$N\$36	23	444752,4032	0	329157,7	115594,7032	1E+30
	\$N\$37	24	256127,7778	-0,686555864	256127,7778	25340,15626	155082,049
	\$N\$38	25	81727,77778	-0,106157407	81727,77778	24311,19234	81727,77778
	\$N\$39	26	169111,1111	-0,82318107	169111,1111	22121,39744	133003,5741

Figura 5 – Relatório de Sensibilidade

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Na primeira parte deste relatório, observa-se informações referentes as células variáveis. Na coluna “Final Valor” é novamente apresentado o valor obtido como

resultado para cada variável.

Na coluna “Reduzido Custo”, são apresentados valores entendidos como um custo de oportunidade que representam o quanto se está deixando de ganhar por desprezar determinada alternativa, ou seja, o impacto negativo na margem de ganho por produzir um produto em detrimento de outro. Quando os valores obtidos nessa coluna são zero, como neste caso, pode-se entender que as variáveis fazem parte da solução ótima (SOARES; NAGANO; RIBEIRO, 2007).

Em seguida, é apresentado o valor do coeficiente de cada variável na função objetivo, na coluna “Objetivo Coeficiente” e a variação permitida para este valor sem que haja alteração na solução ótima obtida, ou seja, sem que os valores obtidos para as variáveis sejam alterados (LONGARAY, 2013).

Na segunda parte deste relatório, são apresentadas informações referentes as restrições do modelo. Na coluna “Final Valor” é apresentado o valor total obtido para cada restrição com os valores obtidos para as variáveis. Os valores dados nas colunas “Permitido Aumentar” e “Permitido Reduzir” são os valores que se pode somar e subtrair ao valor limite da restrição sem que a solução ótima seja alterada (LONGARAY, 2013).

A coluna “Preço Sombra”, por sua vez, apresenta qual seria o acréscimo no lucro por cada unidade de recurso adicional. As primeiras restrições tratam das restrições de capacidade e, como apresentado anteriormente, ainda há capacidade disponível para aumento da produção, portanto, não há ganhos ao aumentar esse recurso, logo, o preço sombra para estas restrições é igual a zero. As oito restrições seguintes tratam da disponibilidade de matérias-primas, nestes casos, é possível observar que para as matérias-primas que apresentam sobras, o preço sombra obtido é nulo, pois, não há ganhos ao aumentar estes recursos, porém para os materiais sendo consumidos em totalidade, o preço sombra é diferente de zero.

Os recursos que apresentam preço sombra diferente de zero, são os recursos limitantes da produção, logo, um aumento na disponibilidade destes poderia melhorar os resultados da empresa. As restrições seguintes tratam do atendimento da demanda mínima estipulada através da média de vendas dos produtos. O preço sombra para muitas destas restrições é negativo, pois o acréscimo de uma unidade para estas pode comprometer a produção de outro produto com maior margem de lucro.

Por fim, analisou-se o Relatório de Limites, que pode ser observado na Figura 6.

Objetivo						
Célula	Nome	Valor				
\$B\$9	Max Z	1516544,9				

Variável			Inferior	Objetivo	Superior	Objetivo
Célula	Nome	Valor	Limite	Resultado	Limite	Resultado
\$B\$3	Quantidade ótima l1	75728,333	75728,3	1516544,9	75728,3	1516544,9
\$C\$3	Quantidade ótima l2	27321,867	27321,9	1516544,9	27321,9	1516544,9
\$D\$3	Quantidade ótima l3	54544,933	54544,9	1516544,9	54544,9	1516544,9
\$E\$3	Quantidade ótima s1	29122,417	27682,1	1509127,5	29122,4	1516544,9
\$F\$3	Quantidade ótima s2	4447,2	4447,2	1516544,9	4447,2	1516544,9
\$G\$3	Quantidade ótima c1	2237,8667	2237,87	1516544,9	2237,87	1516544,9
\$H\$3	Quantidade ótima c2	71844,566	47083,2	1475143,9	71844,6	1516544,9
\$I\$3	Quantidade ótima c3	102393,13	102393	1516544,9	102393	1516544,9
\$J\$3	Quantidade ótima c4	444752,4	329158	1470596,1	444752	1516544,9
\$K\$3	Quantidade ótima r1	256127,78	256128	1516544,9	256128	1516544,9
\$L\$3	Quantidade ótima r2	81727,778	81727,8	1516544,9	81727,8	1516544,9
\$M\$3	Quantidade ótima r3	169111,11	169111	1516544,9	169111	1516544,9

Figura 6 – Relatório de Limites

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

A primeira parte do relatório de limites apresenta, mais uma vez, o valor ótimo obtido para a função objetivo. Na segunda parte, pode-se observar a quantidade atribuída a cada variável na coluna “Valor”. As colunas “Inferior Limite” e “Objetivo Resultado” apresentam a quantidade mínima possível para as variáveis, no caso, o valor estipulado como demanda mínima, e o resultado da função objetivo caso fossem produzidas essas quantidades. As colunas “Superior Limite” e “Objetivo Resultado” apresentam a quantidade máxima possível para as variáveis, no caso as variáveis resultantes do modelo, e o resultado da função objetivo caso fossem produzidas essas quantidades.

Por exemplo, no caso do produto c2 (massa pva), o valor “Inferior Limite” é 47.083,2 quilogramas, o valor estipulado como demanda mínima para este produto, para este valor o resultado da função objetivo seria R\$ 1.475.143,9, enquanto o valor “Superior Limite” é 71.844,6, o valor apontado pelo modelo, para este valor o resultado da função objetivo seria o mesmo apontado pelo modelo R\$ 1.516.544,95.

#### 4.2 Sugestões de melhoria

Após obter as quantidades ótimas que representam o *mix* de produção que proporciona o maior lucro para a indústria, é possível planejar alocação da produção de acordo com as capacidades das linhas de produção existentes.

<b>Produto</b>	<b>Quantidade produzida mensalmente (kg)</b>	<b>Linhas de produção</b>	<b>Capacidade máxima mensal (kg)</b>
Revestimento	506.966,67	1, 2, 3,4 ,10 e 11	924.000
Linha látex	157.595,13	6, 8 e 9	1.038.400
Complementos	621.227,27 (516.596,97 kg referentes às massas de acrílica e pva)	5 e 7	Linha 5 – 330.000 Linha 7 – 330.000
Base solvente	33.569,62	12	99.000

Quadro 9 - Alocação da produção nas linhas

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Percebe-se que em todos os casos há uma grande quantidade de capacidade excedente, porém é possível perceber que, para fins de cálculo, considerou-se que as quantidades de todas as ordens de produção seriam iguais às capacidades máximas dos tachos, o que na prática raramente acontece. Isso indica que existe a possibilidade de atender pedidos com quantidades menores que as capacidades máximas dos tachos.

É importante que os pedidos sejam planejados com antecedência para que lotes do mesmo produto sejam agrupados e realizados juntos em um tacho com alta capacidade. Além disso, é importante planejar as ordens de modo que as cores claras sejam executadas nos mesmos tachos e as cores mais fortes sejam feitas dos tons mais claros aos mais escuros para que não haja necessidade de limpeza dos tachos entre ordens.

Em relação à restrição de espaço, sugere-se que seja feito um estudo do layout do espaço dedicado ao estoque de matérias-primas e que este seja alterado de modo a se tornar mais organizado e possibilitar a armazenagem de uma quantidade maior de materiais, aumentando esta restrição de compras.

Quanto aos processos de produção em si, percebeu-se que algumas das atividades realizadas em sequência poderiam ser realizadas simultaneamente, como acontece com a separação das matérias-primas líquidas e minerais. Sugere-se que seja feita uma reorganização dos processos para que estas atividades passem a ser realizadas simultaneamente e, com isso, o tempo de produção seja reduzido. Propôs-se também a realização de um estudo de tempos e movimentos, após o qual sugere-se a replicação deste trabalho, considerando os tempos obtidos para a produção e o tempo disponível, bem como o treinamento dos funcionários para que estes entendam os movimentos a serem realizados e conheçam mais sobre os produtos que fabricam.

Antes de realizar as alterações na programação da produção para atender os resultados obtidos neste trabalho, é preciso garantir que os produtos serão efetivamente vendidos e não ficarão parados em estoque. Para que isso aconteça, sugere-se que sejam elaboradas novas estratégias comerciais pelo setor de vendas, com foco especial nos produtos que passarão a ser produzidos em maior quantidade

fazendo com que estes se destaquem em relação a seus concorrentes.

## 5 | CONCLUSÃO

O presente trabalho realizou um modelo de otimização para encontrar um *mix* ótimo de produção em uma indústria de tintas e revestimentos. O objetivo geral do trabalho foi alcançado, uma vez que com o modelo foi possível sugerir um aumento de 7% nos lucros totais e em 12% na média de vendas mensais. Por meio de uma análise de sensibilidade, foi possível concluir que os resultados encontrados foram robustos e satisfatórios.

A aplicação da PL beneficiou a empresa ao apresentar informações referentes a sua realidade que possibilitam entender melhor suas restrições e elaborar planos de ação que otimizem seus resultados.

As limitações desse trabalho se deram devido a impossibilidade de realizar um levantamento de dados mais preciso, sendo adotados valores aproximados informados pela empresa.

A contribuição deste trabalho está na possibilidade de replicação do modelo elaborado em outras indústrias do setor analisado com características similares, bem como em seu uso para simulações de diferentes cenários, ou mesmo seu uso como base para o desenvolvimento de outros modelos matemáticos que considerem outros dados.

Para trabalhos futuros, sugere-se a realização a aplicação de um novo modelo de decisão que contemple outras variáveis da organização, com o objetivo de comparar os resultados apresentados neste trabalho, como o uso da programação inteira para a programação da produção.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional**: métodos e modelos para análise de decisões. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. **Pesquisa operacional para cursos de engenharia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. 8. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa operacional na tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

LOESCH, C.; HEIN, N. **Pesquisa operacional**: fundamentos e modelos. São Paulo: Saraiva, 2009.

LONGARAY, A. A. **Introdução à pesquisa operacional**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

MARINS, F. A. S. **Introdução à pesquisa operacional**. São Paulo: Cultura acadêmica, 2011.

PINTO, L. L.; MENEZES, M. A. F. Implementação de algoritmos simplex e pontos interiores para programação linear. **Revista Estudos**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 225-246, mar./abr. 2008.

SOARES, M. A.; NAGANO, M. S.; RIBEIRO, E. M. S. Utilização da programação linear no ensino da contabilidade de custos: uma comparação com as práticas tradicionais. **XIV Congresso Brasileiro de Custos** – João Pessoa, 2007.

TAHA, H. A. **Pesquisa operacional**. 8<sup>a</sup> ed. São Paulo: Pearson, 2008.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO** Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-253-1

