

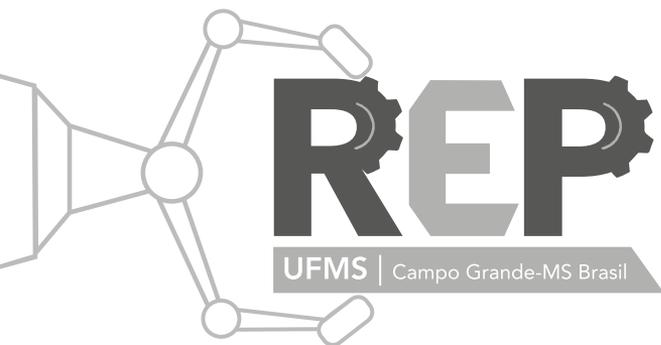
ISSN 2763-9967

Revista de  
**Engenharia**  
de **Produção**

V1 N1 • 2019

 editora  
**UFMS**

The background of the lower half of the cover is a photograph of an industrial factory floor. It features several robotic arms, including a prominent yellow one on the left and a red one on the right, amidst various machinery and equipment. The entire image has a blue grid overlay.



ISSN 2763-9967

Revista de  
**Engenharia**  
de **Produção**

ANO 2019 – PUBLICAÇÃO TRIMESTRAL ELETRÔNICA





**UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE MATO GROSSO DO SUL**

**Reitor**

Marcelo Augusto Santo Turine

**Vice-Reitora**

Camila Celeste Brandão Ferreira Ítavo

**Pró-Reitoria de Graduação**

Ruy Alberto Caetano Filho

**Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação**

Nalvo Franco de Almeida Júnior

**Diretor da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e  
Urbanismo e Geografia**

Robert Schiaveto de Souza

**Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia de  
Produção - Bacharelado**

Saulo Gomes Moreira



**COORDENAÇÃO EDITORIAL DA REP - REVISTA DE ENGENHARIA  
DE PRODUÇÃO**

**Prof. Dr. Alexandre Meira de Vasconcelos**

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e  
Geografia – FAENG/UFMS

**Endereço para correspondência**

**REP - REVISTA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Universidade Federal do Mato Grosso do Sul**

**FAENG - Faculdade de Engenharias, Arquitetura e  
Urbanismo e Geografia**

Av. Costa e Silva S/N - CEP 79070-900 - Cidade Universitária

Campo Grande - Mato Grosso do Sul

Telefone: (+67) 981188977

E-mail: alexandre.meira@ufms.br

<https://periodicos.ufms.br/index.php/REP/index>

**EQUIPE EDITORIAL**

**Rodolfo Benedito Zattar da Silva**

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

**Marcelo Furlan Alves**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

**Alexandre Meira de Vasconcelos**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

**Joelma Kremer**

Instituto Federal de Santa Catarina, Brasil

**Rafael Sanaiotte Pinheiro**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

**Wilerson Sturm**

Instituto Federal do Paraná, Brasil

**Janduhy Camilo Passos**

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

**Carolina Lino Martins**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

**Helio Aisenberg Ferenhof**

**Fernanda Hänsch Beuren**

Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil

**Fabiana Raupp**

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

**Paula Regina Zarelli**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

**Mariana Lara Menegazzo**

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

**Caroline Rodrigues Vaz**

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

**Samuel Borges Barbosa**

Universidade do Sul de Santa Catarina, Brasil

**Rodrigo Barichello**

**Wagner da Silveira**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

**Nícolas Alessandro de Souza Belete**

Universidade Federal de Rondônia, Brasil

**Leopoldo Pedro Guimarães Filho**

Universidade do Extremo Sul Catarinense, Brasil

**Marcio Rogerio Silva**

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Divisão da Editora UFMS, Campo Grande, MS, Brasil)

REP: Revista de Engenharia de Produção [recurso eletrônico] / Universidade Federal  
de Mato Grosso do Sul. – v. 1, n. 1(2020) – Campo Grande, MS : Ed. UFMS,  
2020- .

Trimestral

Modo de acesso: <https://periodicos.ufms.br/index.php/REP>

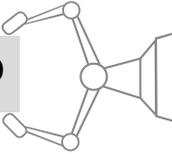
ISSN 2763-9967

1. Engenharia de Produção – Periódicos. 2. Pesquisa operacional – Periódicos. I.  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

CDD (23) 658.5

Elaborada pela Bibliotecária Lilian Aguilar Teixeira CRB 1/2448

## SUMÁRIO



SUMÁRIO \_\_\_\_\_ 3

EDITORIAL \_\_\_\_\_ 5

*Alexandre Meira de Vasconcelos & Marcio Rogério Silva*

INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE: ORIGEM, EVOLUÇÃO E DESAFIOS \_\_\_\_\_ 7

*Caroline Rodrigues Vaz & Mauricio Uriona*

MODELO MENTAL COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO  
EM PROJETOS TECNOLÓGICOS: ANÁLISE EM HABITAT DE INOVAÇÃO \_\_\_\_\_ 29

*Paula Regina Zarelli, Andriele De Prá Carvalho & Pedro Prando da Silva*

FRAMEWORK DAS ATIVIDADES DE INOVAÇÃO E O IMPACTO NA  
COMPETITIVIDADE EM MICRO E PEQUENAS EMPRESAS \_\_\_\_\_ 44

*Ismael Cristofer Baierle, Jones Luís Schaefer, Lucas Schmidt Goecks,  
Eduardo Santos Telles & Anderson Felipe Habekost*

A INDÚSTRIA 4.0 COMO POTENCIALIZADORA DAS PRÁTICAS DA  
MANUFATURA ENXUTA \_\_\_\_\_ 61

*Anderson Felipe Habekost, Marcelo Bubolz Larrosa, Ismael Becker Gomes,  
Lucas Schmidt Goecks & Ismael Cristofer Baierle*

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DE PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS DE LEAN E  
SUSTENTABILIDADE \_\_\_\_\_ 74

*Paula de Souza Michelin & Antonio Cezar Bornia*

O *BALANCED SCORECARD* E SUAS PERSPECTIVAS  
APLICADOS EM UMA INCUBADORA \_\_\_\_\_ 86

*Matheus Viegas de Campos Camacho, Patrícia da Silva Santana,  
Priscila Regina Ribeiro Bueno, Elismar Verissimo de Siqueira & Diego Rorato Fogaça*

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE UM SISTEMA DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM UMA CIDADE DO SUL DO BRASIL \_\_\_\_\_ 100

*Egídio Antonio Cancelier Fachin, Leopoldo Pedro Guimarães Filho, Grazielle Fernandes da  
Rocha, David Batista Gesuino & Valter Blauth Junior*

APLICAÇÃO DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO NO ATENDIMENTO  
EM UMA UPA EM CAMPO GRANDE-MS \_\_\_\_\_ 117

*Luiz Junior Maemura Yoshiura, Bruno Trasse de Oliveira Barbosa, Guilherme Joaquim Meira,  
Kassia Tonheiro Rodrigues & João Batista Sarmento Santos-Neto*

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA  
LAVANDERIA HOSPITALAR \_\_\_\_\_ 129

*Nicolas Yudi Kumm Uchi & Larissa Diniz Freitas*

AVALIAÇÃO ERGONÔMICA NO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL: APLICAÇÃO  
DO MÉTODO *RULA* EM UMA FÁBRICA DE PRÉ-MOLDADOS \_\_\_\_\_ 143

*Isabela Benfica Benedito, Isabella Silva Alves, Brendo Otávio Paiva Castro,  
Letícia Fátima de Castro & Samuel Borges Barbosa*

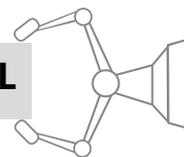
PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES ACERCA DA ENTREGA DE PRODUTOS  
ORGÂNICOS: UMA PROPOSTA DE SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO \_\_\_\_\_ 158

*Marcos do Amaral, Delcio Pereira, Alexandre Borges Fagundes & Fernanda Hänsch Beuren*

CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO NO SETOR DE TERMOFORMAGEM  
DE UMA INDÚSTRIA DE COPOS PLÁSTICOS DESCARTÁVEIS \_\_\_\_\_ 185

*Gabriel Preuss Luz & Guilherme Luz Tortorella*

LINHA EDITORIAL \_\_\_\_\_ 198

**EDITORIAL**

É com imensa satisfação que lançamos o primeiro número da REP – Revista de Engenharia de Produção. O periódico é uma realização dos cursos de Engenharia de Produção da UFMS (Universidade Federal de Mato Grosso do Sul) e da UFGD (Universidade Federal da Grande Dourados) e trata-se do primeiro periódico do Centro-Oeste brasileiro especializado em Engenharia de Produção para, entre outros objetivos, preencher a lacuna de representatividade da região em termos de pesquisa e difusão do conhecimento, bem como contribuir com outros olhares e perspectivas.

A criação deste periódico decorreu de reflexões de pesquisadores da UFMS e UFGD (oriundos dos principais centros de formação de pós-graduação de Engenharia de Produção no país) em diálogo com parceiros de grandes universidades brasileiras, sobre o paradoxo entre a priorização da publicação da produção científica na vida acadêmica e a oferta incipiente de publicações especializadas em Engenharia de Produção que contemple a sua ampla de gama de áreas, favorecendo a multidisciplinariedade.

Somente com a multiplicação de publicações democráticas e acessíveis será possível expandir a Engenharia de Produção além das fronteiras dos poucos periódicos atuais, de maneira a contemplar publicações que dêem conta de análises de mudanças cada vez mais profundas na tecnologia, nas relações de trabalho, no meio ambiente e na educação em engenharia.

A definição do escopo, concepção e critérios editoriais são fruto dessa discussão e de uma abordagem do aprendizado contínuo com prioridade para temas clássicos das áreas da engenharia de produção conforme definido pela ABEPRO, bem como temas contemporâneos como indústria 4.0, *big data*, *data science*, novas formas de trabalho (aplicativos, aceleradoras e *Startups*), financeirização da produção, impressão 3D dentre outras formas que afetem recursos materiais, meios de produção e mão-de-obra.

A REP tem como missão contribuir para o desenvolvimento da Engenharia de Produção como área do conhecimento por meio de artigos selecionados com critérios editoriais consolidados na academia. Os artigos da primeira edição são oriundos de diversas localidades brasileiras e promovem o diálogo com qualidade sobre a Engenharia de Produção e suas subáreas.

Os artigos evidenciam a preocupação dos editores da REP com a amplitude de temas e com a qualidade da produção científica com foco em mudanças tecnológicas e sociais contemporâneas. Em uma sociedade cada vez mais globalizada efetivamente, o resultado dessa primeira edição revelou que sempre, em alguma medida, o local está em diálogo com o global, visto o interesse de pesquisadores de renome de grandes centros urbanos se interessarem por publicar em nossa primeira edição da Revista, o que muito nos honra. Esperamos que esse resultado estimule a criação de periódicos semelhantes, resgatando a importância de todas as áreas da engenharia de produção, indistintamente.

Encerramos essa apresentação agradecendo aos que viabilizaram essa empreitada e fazemos um convite à leitura criteriosa dessa edição. Colocamo-nos à disposição da comunidade acadêmica ao diálogo crítico sobre o conteúdo e abordagens da REP e convidamos os profissionais, pesquisadores e interessados na Engenharia de Produção a submeterem seus trabalhos nas edições posteriores.

**Alexandre Meira de Vasconcelos**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

**Marcio Rogério Silva**

Universidade Federal da Grande Dourados

# INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE: ORIGEM, EVOLUÇÃO E DESAFIOS



**Caroline Rodrigues Vaz**

Universidade Federal de Santa Catarina

caroline.vaz@ufsc.br

**Maurício Uriona**

Universidade Federal de Santa Catarina

m.uriona@ufsc.br

**Recebido em:** 08/09/2019

**Aceito em:** 05/11/2019

**Resumo:** A inovação e a sustentabilidade evoluíram de forma independentemente até recentemente, quando começaram a aparecer os primeiros trabalhos que as interligam, principalmente no que se refere ao desafio de inovar sem causar impactos ao meio ambiente. Para poder aprofundar-se na busca de soluções e alternativas para o desafio descrito acima é necessário conhecer também como ambas áreas se desenvolveram e chegaram até onde se encontram na atualidade. Assim, este artigo apresenta uma revisão atualizada sobre as temáticas da inovação e da sustentabilidade, salientando as principais contribuições teóricas de suas origens, a sua evolução e descrevendo os desafios da convergência entre ambas as áreas. Infere-se que o avanço de ambas as áreas será cada vez mais co-evolutivo, a partir da análise da literatura atual que apresenta uma simbiose cada vez maior, tanto do ponto de vista da gestão, da formulação de políticas quanto da compreensão teórica das mesmas.

**Palavras-chave:** Inovação sustentável, eco-inovação, inovação verde, inovação ambiental, transição para sustentabilidade

**Abstract:** Both innovation and sustainability have evolved in a rather independent manner until recently, when the first studies linking them began to appear, mostly related with the challenge of continuous innovation without harming the environment. In order to delve in the search for solutions and alternatives to this challenge, it is necessary to understand how both fields evolved through time to where they are now. Thus, this paper presents an updated review of the fields of innovation and sustainability, highlighting the main theoretical contributions of their origins and evolution and describing the challenges faced by the intertwining of both fields. It can be inferred the advancement of both fields will be more co-evolutionary in nature, after analyzing the current literature which shows a growing symbiosis from the managing and policy-making side as well as from the theoretical one.

**Keywords:** Sustainable innovation, eco-innovation, green innovation, environmental innovation, sustainability transitions

**Resumen:** La innovación y la sostenibilidad evolucionaron de forma independiente hasta hace poco, cuando comenzaron a aparecer los primeros trabajos que los interconectaron, especialmente con respecto al desafío de

*innovar sin causar impactos en el medio ambiente. Para profundizar la búsqueda de soluciones y alternativas al desafío descrito anteriormente, también es necesario saber cómo ambas áreas se han desarrollado y alcanzado donde están hoy. Por lo tanto, este artículo presenta una revisión actualizada sobre los temas de innovación y sostenibilidad, destacando las principales contribuciones teóricas de sus orígenes, su evolución y describiendo los desafíos de la convergencia entre ambas áreas. Se infiere que el avance de ambas áreas será cada vez más co-evolutivo, basado en el análisis de la literatura actual que presenta una simbiosis creciente, tanto desde el punto de vista de la gestión, la formulación de políticas y la comprensión teórica de lo mismo*

**Palabras clave:** *innovación sostenible, ecoinnovación, innovación verde, innovación ambiental, transición a la sostenibilidad*

## 1. INTRODUÇÃO

Os campos da inovação e da sustentabilidade têm evoluído grandemente nos últimos anos. De fato, pesquisas no *google scholar* utilizando como termos de busca, as palavras inovação e sustentabilidade apresentam 822.000 e 611.000 resultados respectivamente.

Por outro lado, a medida que esses campos tem-se desenvolvido, tem aparecido também, novos desafios (KEMP; PEARSON, 2007; SCHOT; GEELS, 2008; HESS, 2014; GEELS, 2014) sendo alguns deles comuns a ambas as áreas, principalmente no que se refere as pesquisas sobre a “inovação sustentável”, onde há necessidade de desenvolver inovações (produtos, processos, métodos ou mudanças organizacionais novas ou melhoradas) que também atendam aos critérios de cuidado e preservação do meio ambiente e que apresentem a menor quantidade de emissões de gases e outros impactos negativos a esse meio.

Nesta linha, observa-se a necessidade de aprofundar os conhecimentos nessa área de convergência (inovação sustentável), porém precisando entender primeiramente tanto as origens como a concepção moderna da inovação e da sustentabilidade, com o fim de encontrar nessa evolução histórica, os meios para entender e possibilitar os avanços futuros na “inovação sustentável”.

Existem trabalhos que se propõem em integrar essas duas áreas de Inovação e Sustentabilidade, como por exemplo, Barbieri (2010) apresenta a integração dos temas, porém, o autor não aprofunda sobre as bases teóricas dessas áreas, limitando-se a proposições sobre esta integração. Kneipp *et al.* (2011), realizam uma análise bibliométrica sobre a temática Inovação e Sustentabilidade, na base de dados *Web of Science*, no período de 2000 a 2010, apresentando os principais autores, *journals*, palavras-chave e artigos. Côrtes, Silvestre e Carvalho (2011) trazem conceitos e exemplos da unificação das áreas de inovação e sustentabilidade, não abordando os conceitos separadamente.

Assim, este artigo apresenta uma visão atualizada sobre as temáticas da inovação e da sustentabilidade, salientando as principais contribuições teóricas de suas origens, a sua evolução e os desafios da convergência entre ambas as áreas.

## 2. INOVAÇÃO

### 2.1 Origem

A origem da inovação, como campo de estudo, pode ser encontrada no pensamento econômico, o qual começou a preocupar-se por identificar os fatores que promovem o crescimento econômico das nações, a fins do Século XVIII, no contexto da Revolução Industrial, contudo, foi Joseph A. Schumpeter quem iniciou, formalmente, a discussão da inovação como fator chave ao desenvolvimento econômico (SCHUMPE-TER, 1927; PACHECO *et al.*, 2016).

Neste sentido, J. Schumpeter acreditava que o motor do desenvolvimento econômico estava centrado na busca por novas tecnologias e formas de produção - ou inovação - e que o agente principal deste processo era o empreendedor. Com o passar do tempo, Schumpeter percebeu também, que além do empreendedor, as grandes empresas também eram importantes para o processo de inovação e para a ‘destruição criativa’, pois são elas as que investem em atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e que levam ao progresso técnico.

Assim, J. Schumpeter contribui com a teoria da inovação ao identificar dois elementos importantes para esse fim, o empreendedor, como ator que procura por novas formas de gerar lucro e as empresas, principalmente as de maior porte, as quais têm mais possibilidades de investir em P&D.

Anos depois, R. Solow, identificou pela primeira vez que há uma relação causa-efeito entre a mudança tecnológica - ou inovação - e o crescimento econômico (SOLOW, 1956; 1957), ou seja, que de fato, a mudança tecnológica - ou inovação - afeta positivamente o crescimento econômico das nações. Muito embora, apesar do avanço teórico sobre essa relação, os estudos da inovação no crescimento econômico permaneceram marginais ao corpo mais amplo de literatura econômica.

Foi neste contexto que várias obras seminais foram publicadas, entre elas o livro organizado por R. Nelson “*The Rate and Direction of Inventive Activity*” em 1962 (NELSON, 1962) e o livro do E. Rogers “*Diffusion of Innovations*” (ROGERS, 1962), com uma forte tendência para estudos sobre o papel da ciência na P&D industrial, na alocação de recursos para geração de novos conhecimentos e na difusão de inovações em setores estratégicos da época, como o setor do agronegócio (FAGERBERG; VERSPAGEN, 2009).

Os 1960s também marcam o início da corrente neo-schumpeteriana, a partir da formação de um dos centros de pesquisa mais influentes na área de inovação até nossos dias, o *Science Research Policy Unit* (SPRU) da Universidade de Sussex no Reino

Unido, fundado por Christopher Freeman. Ambos, o SPRU e o próprio C. Freeman foram instrumentais para a difusão das pesquisas na área da inovação nas décadas seguintes. Em 1974, Freeman publica o primeiro livro que estuda amplamente os casos de sucesso e insucesso de inovação e, principalmente, os fatores que levaram a esses resultados (FREEMAN, 1974), considerado como uma das obras seminais da corrente neo-schumpeteriana. A influência do SPRU também foi importante para a elaboração de outra obra seminal da corrente neo-schumpeteriana, o livro *“Technical Change and Economic Theory”*, editado por G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg e L. Soete (DOSI *et al.*, 1988).

A corrente neo-schumpeteriana segue a influência do J. Schumpeter, no sentido da inovação como motor do desenvolvimento e da ‘destruição criadora’, mas contribuem com a teoria da inovação ao se apoiar também, em outros fatores adicionais aos propostos originalmente por Schumpeter. Assim, os neo-schumpeterianos apoiam seus argumentos em i) a importância das ‘instituições’, ou, mais precisamente, na ‘teoria institucional’; ii) os processos de aprendizado a nível da firma, como os indutores da inovação e da mudança técnica e; iii) na importância do contexto geográfico para a geração de inovações.

Uma das principais contribuições da corrente neo-schumpeteriana, nesse sentido, foi a abordagem dos sistemas de inovação, inicialmente concebida para o foco nacional (LUNDVALL, 1992) mas com evolução para outras dimensões: regional, setorial e tecnológica.

O primeiro trabalho que utilizou a denominação de “Sistema Nacional de Inovação” foi um artigo redigido por C. Freeman em 1982 no contexto de um conjunto de debates sobre as políticas industriais, que estavam acontecendo na Europa e que eram promovidos principalmente pela OECD (SHARIF, 2006). Alguns anos depois, C. Freeman publicava o livro *“Technology policy and economic performance: lessons from Japan”*, onde se discutiam os fatores que levaram o Japão a se recompor da II Guerra Mundial e a se converter em potência econômica (FREEMAN, 1987).

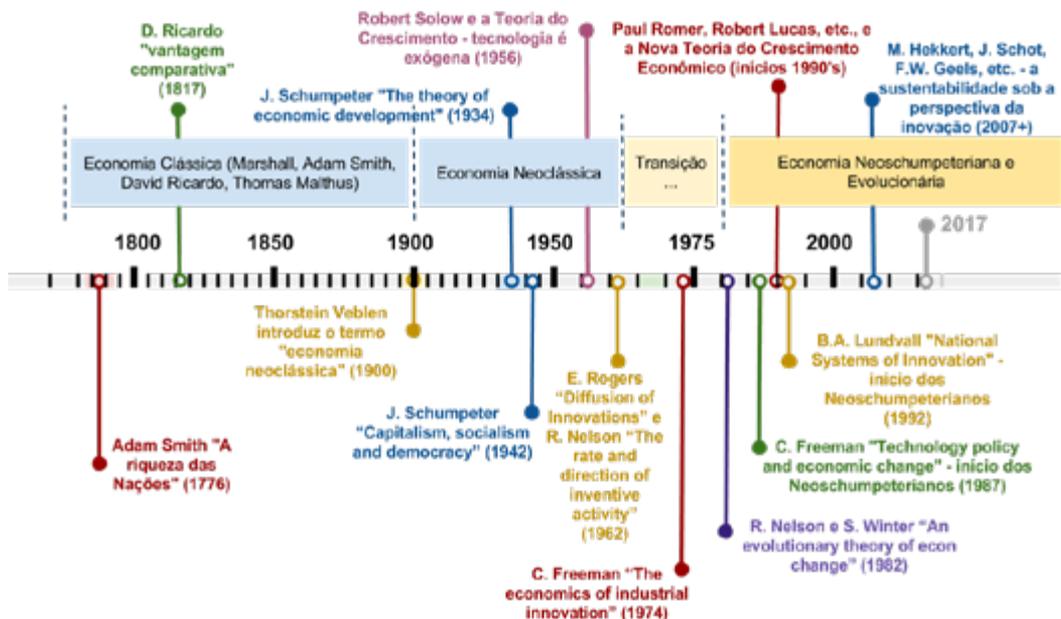
Paralelamente, em 1985, Bengt Ake Lundvall publicava os resultados de pesquisa vinculados às relações entre produtores e usuários dentro dos sistemas de inovação. Posteriormente, o autor detalha com mais cuidado as ideias propostas naquele artigo e publica o livro *“National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning”* (LUNDVALL, 1992), uma das obras mais citadas na literatura sobre Sistemas de Inovação.

No mesmo ano, R. Nelson publica um artigo em *Industrial and Corporate Change* que apresenta os resultados de um estudo comparativo dos sistemas nacionais de inovação de quinze países. A discussão do estudo é logo ampliada no livro de 1993, *“National Innovation Systems: A Comparative Analysis”* [Vide Nelson (1992) e Nelson (1993)].

Devido à proximidade temporal e conceitual, as obras *“Technology policy and economic performance: lessons from Japan”* de Freeman (1987), *“National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning”* de Lundvall (1992) e *“National Innovation Systems: A Comparative Analysis”* de Nelson (1993) marcam o início da abordagem conceitual dos Sistemas de Inovação.

A Figura 1 apresenta uma síntese da evolução histórica da inovação como campo de estudo.

Figura 1 – Linha do tempo sobre a origem da inovação como campo de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores

## 2.2 Evolução

Desde a década de 1990, quando a inovação entrou formalmente como fator chave nas hipóteses de desenvolvimento econômico e produtividade, tanto a nível macro (políticas nacionais e regionais) quanto a nível micro (planejamento estratégico e tomada de decisão nas firmas) (OECD, 2005), houveram importantes evoluções teórico-conceituais que permeiam até hoje as principais questões de pesquisa no campo da inovação.

Contudo, dada a característica multidisciplinar do campo da inovação, várias sub-comunidades científicas emergiram ao longo dos anos, cada uma interessada em um aspecto ou dimensão distintos da inovação. De forma sintética, observam-se, na atualidade, três grandes clusters ou agrupamentos dentro do campo da inovação: ‘economia da inovação’, ‘ciência, tecnologia e sociedade’ e ‘gestão da tecnologia e inovação’ (FAGERBERG; VERSPAGEN, 2009; MORLACCHI; MARTIN, 2009).

O cluster ‘economia da inovação’ abriga a comunidade neo-schumpeteriana fortemente dominada por economistas de formação, que por sua vez pode ser subdividida em grupos menores, tais como os ‘evolucionários’, que possuem um interesse mais específico no aprofundamento da teoria evolucionária iniciada por Nelson e Winter (1982); os ‘lundvallianos’, interessados no uso e aprofundamento teórico da abordagem dos sistemas de inovação nas suas diferentes dimensões, principalmente as dimensões nacional, regional e setorial; e ainda, os interessados em economia industrial, que têm como principal foco de análise os setores industriais, a partir de uma visão heterodoxa da teoria microeconômica com forte intensidade nas questões específicas do campo da inovação.

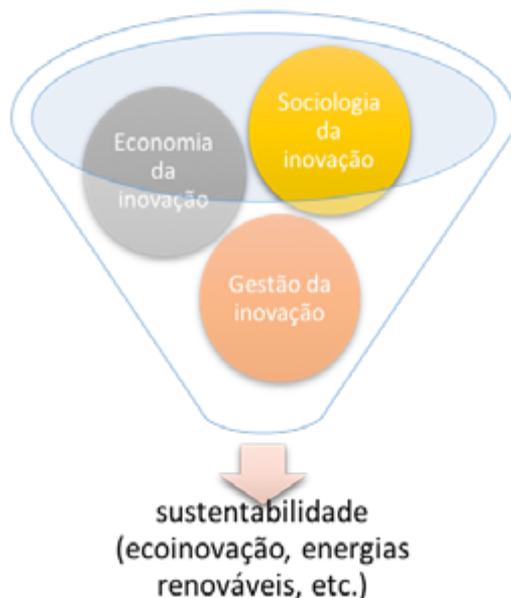
O cluster ‘ciência, tecnologia e sociedade’, fortemente dominada por sociólogos, historiadores e filósofos da ciência (MORLACCHI; MARTIN, 2009). O interesse principal de pesquisa deste agrupamento é a interação entre a produção de conhecimento técnico e científico com os impactos na sociedade bem como a mensuração desses impactos por meio de indicadores de CTI e por sua vez, os impactos da sociedade na geração da ciência e tecnologia.

Por fim, o cluster ‘gestão da tecnologia e inovação’ está composto principalmente por pesquisadores das ciências da administração, gestão e de engenharias como a engenharia de produção. O principal interesse de pesquisa está relacionado com as atividades inovativas dentro da firma (no nível individual e em menor medida no nível setorial) e em como gerenciar adequadamente essas atividades (FAGERBERG; VERSPAGEN, 2009; MORLACCHI; MARTIN, 2009).

Os primeiros dois agrupamentos (‘economia da inovação’ e ‘ciência, tecnologia e sociedade’) compartilham, em certa medida, os *journals* mais relevantes, tais como o *Research Policy*, *Technovation*, e *Journal of Evolutionary Economics*. Já o terceiro agrupamento (gestão da tecnologia e inovação) costuma publicar em *journals* mais focalizados em aspectos da gestão, tais como o *Journal of Product Innovation Management*, *Management Science* e o *Strategic Management Journal*.

Embora, como foi visto anteriormente, cada uma das três comunidades está interessada em aspectos distintos da inovação, pode-se observar uma maior convergência nos últimos anos, principalmente nos aspectos relacionados com o desenvolvimento sustentável em geral e com a sustentabilidade, em particular (Figura 2).

**Figura 2** – Relação das comunidades científicas no campo da inovação com a sustentabilidade



Fonte: Elaborado pelos autores

Do ponto de vista das pesquisas da economia da inovação, e em específico dos 'lundvallianos', recentemente têm surgido uma nova aproximação do conceito de sistema de inovação, denominado 'sistema tecnológico de inovação' o qual refere-se ao conjunto de agentes públicos e privados, às instituições e aos relacionamentos entre eles, necessários para gerar e disseminar tecnologias (CARLSSON; STANKIEWICZ, 1991).

Nota-se neste recorte tecnológico, que o desenvolvimento de uma tecnologia em particular independe da fronteira geográfica (dos sistemas nacionais e regionais de inovação) e também da fronteira setorial (uma determinada tecnologia pode ser útil para mais de um setor, de diversas formas). Assim, esta abordagem específica, tem sido utilizada para facilitar a geração e difusão de tecnologias de energia renovável, inclusive, com a proposição de analisar e gerenciar atividades específicas dentro do sistema tecnológico, com o objetivo de acelerar tal difusão (HEKKERT *et al.*, 2007; BERGEK *et al.*, 2008). Este arcabouço tem se disseminado rapidamente e conta com aproximadamente 200 trabalhos acadêmicos publicados utilizando-o (GOSENS; LU; COENEN, 2015) para analisar as tecnologias solar fotovoltaica, solar concentrada, eólica, biomassa e fontes alternativas de combustível, dentre outras.

Do ponto de vista da ciência, tecnologia e sociedade, diversas pesquisas têm surgido, também, na perspectiva da sustentabilidade. Pelo perfil dos pesquisadores deste grupo, a abordagem tem sido mais sociológica e histórica, considerando de forma am-

pla, a transição sócio-técnica para a sustentabilidade. Nesta linha, têm se desenvolvido abordagens para analisar, por exemplo, as tecnologias de energia renovável antes mencionadas, tais como a ‘perspectiva multinível’ (GEELS, 2002), e a ‘gestão estratégica de nichos’ para o desenvolvimento de tecnologias de energia renovável (KEMP; SCHOT; HOOGMA, 1998; SCHOT; GEELS, 2008). Ambas apresentam uma compreensão baseada nas experiências anteriores da humanidade com relação a transições sócio-técnicas (por exemplo, na transição do vapor para a eletricidade) e se apoiam em vários dos conceitos mencionados ao longo deste capítulo, entre eles na perspectiva evolucionária das firmas, na teoria institucional mas também em conceitos das ciências da gestão, tais como o de nichos de mercado.

Por fim, do ponto de vista das pesquisas na gestão da tecnologia e inovação, o interesse na área da sustentabilidade refere-se, por exemplo, à manufatura de produtos ecologicamente corretos ou que representem uma redução significativa de riscos ambientais, poluição e outros impactos negativos, o que é conhecido como eco-inovação ou desenvolvimento de produtos sustentáveis (BARBIERI *et al.*, 2010). De fato, este tipo de produtos requer de reestruturações desde o nível estratégico da organização até o nível do chão de fábrica, modernização de máquinas e equipamentos e capacitação, dentre outros, necessitando para tal, da interface com outros campos de estudo, tais como o da gestão estratégica, o do desenvolvimento de produtos e o do planejamento e controle da produção.

Do ponto de vista da responsabilidade social, também as pesquisas neste campo têm se interessado sobre os impactos de produtos com ‘selo verde’ na percepção dos consumidores e de outros *stakeholders*, também criando interface de pesquisas com as áreas de marketing e produção.

Assim, a próxima seção detalha em maior medida, as questões relacionadas com a sustentabilidade, a sua origem e evolução, e as inter-relacionam com a seção anterior e com esta mesma.

## 3. SUSTENTABILIDADE

### 3.1 Origem

A Sustentabilidade é um tema muito discutido nos últimos anos, devido aos impactos provocados pelo homem com suas fabricações, a sociedade e ao meio ambiente. Porém, existem muitas dúvidas e compreensões errôneas, nos conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, sua origem e evolução.

Leal Filho, 2000; Scholz e Tietje, 2002; Moles *et al.*, 2008 e Viegas, 2009 consideram necessário distinguir entre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável em razão das origens e relações evocadas por detrás de cada um desses conceitos. Conforme Leal Filho (2000), sustentabilidade é associável a “longo prazo”, “durável”, “consistente”, “sistemático” e ainda a “desenvolvimento durável”, implicando a necessidade de manutenção de um equilíbrio que se justifica pela sua própria dinâmica. Para Scholz e Tietje (2002), a ideia de sustentabilidade é originalmente ecológica, remontando ao século XVIII, quando a Europa enfrentou escassez de recursos florestais para uso humano.

Moles *et al.* (2008, p. 145) afirmam que sustentabilidade “é uma aspiração a uma situação futura”, e desenvolvimento sustentável “é um processo por meio do qual nos movemos de uma situação atual rumo a uma situação futura”. Portanto, a diferença está em que sustentabilidade é vista como potencial, enquanto desenvolvimento sustentável é concebido como um processo de trocas e gestão para se buscar a sustentabilidade.

Porém, Viegas (2009) contemporiza que o conceito de sustentabilidade enquanto associado à ideia de manter, alimentar ou suportar algo, traz como diferença básica, relativamente ao de desenvolvimento sustentável, a noção de valor em si na acepção ecológica, uma vez que desenvolvimento sustentável implica colocar no cenário o desenvolvimento humano, dentro da perspectiva política cunhada no Relatório Brundtland de possibilitar às gerações atuais o atendimento de suas necessidades sem comprometer as futuras gerações as mesmas condições, embora em cenários provavelmente diferentes.

Portanto, o termo sustentabilidade atribuem-se vários conceitos, que dependem da natureza do enfoque considerado e da época em que foi forjado. Quando o **foco é ambiental**, a sustentabilidade está relacionada à manutenção dos ecossistemas. Quando o **foco é organizacional**, a sustentabilidade está relacionada à capacidade de preservar a lucratividade em níveis aceitáveis pelos *stakeholders*, conforme se priorize o curto ou o longo prazo (RAUPP, 2010). Após, a apresentação e distinção entre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável o próximo item aborda a sua origem.

As questões ambientais têm uma história que remonta a década de 50 com a introdução do Ar Limpo (1956 e 1968) e os anos 60, quando o ambientalismo se tornou “moda”, com “hippies” e da publicação em massa da causa ambiental. Embora estas eras provaram ser inestimável para o desenvolvimento da educação ambiental, que não era verdade, até os anos 70 que estas questões começaram a surgir no cenário governamental com o 1972 *Limits to Growth Report* e da Conferência de Estocolmo. Este período coincidiu com a opinião pública forte do meio ambiente, já que esta foi na década em que o *Greenpeace* foi fundado. O quadro 1 apresenta os principais acontecimentos para origem da sustentabilidade.

**Quadro 1** – Principais acontecimentos da origem da sustentabilidade

| ANO  | ACONTECIMENTO   |
|------|---|
| 1972 | - “ <i>The Limits to Growth</i> ” Relatório<br>- Conferência de Estocolmo sobre o Ambiente Humano das Nações Unidas                           |
| 1979 | - Convenção de Berna sobre <i>Habitat Protection</i> (Conselho da Europa)<br>- Convenção de Genebra sobre a Poluição Atmosférica              |
| 1980 | - Estratégia Mundial de Conservação (IUCN)<br>- Relatório Global 2000 (E.U.A.)  |
| 1983 | - Helsinki Protocolo sobre Qualidade do Ar (ONU)<br>- Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ONU)                            |
| 1987 | - Protocolo de Montreal sobre Substâncias que destroem a Camada de Ozônio (ONU)<br>- Nosso Futuro Comum (Comissão Brundtland, em nome da ONU) |
| 1990 | - Livro Verde sobre o Ambiente Urbano (CE)  |
| 1992 | - Rio Summit Agreements (ONU)<br>- Nossa Herança Comum (UK)   |
| 1994 | - Agência Europeia do Ambiente estabelecida (UE)  |
| 1997 | - Conferência de Kyoto sobre o Aquecimento Global   |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

O termo “sustentável” provém do latim *sustentare* (sustentar; defender; favorecer, apoiar; conservar, cuidar). Segundo o Relatório de Brundtland (1987), mais conhecido pelo título “Nosso Futuro Comum”, tem como conceito: o uso sustentável dos recursos naturais deve “suprir as necessidades da geração presente sem afetar a possibilidade das gerações futuras de suprir as suas”. Desta maneira, o conceito de sustentabilidade começou a ser delineado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (*United Nations Conference on the Human Environment - UNCHE*), realizada em Estocolmo de 5 a 16 de junho de 1972, a primeira conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e a primeira grande reunião internacional para discutir as atividades humanas em relação ao meio ambiente. O evento foi sediado na Cidade de Estocolmo, com a participação de 113 países, no qual se aprovou a Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente. Tal documento refletia os debates entre os governantes a respeito dos problemas ambientais, incluindo a crise do petróleo de 1973, que estimulou a pesquisa e o desenvolvimento de fontes de energias renováveis (LOPES; GUEREZ; GONZAGA, 2012).

A Conferência de Estocolmo lançou as bases das ações ambientais em nível internacional, chamando a atenção internacional especialmente para questões relaciona-

das com a degradação ambiental e a poluição que não se limita às fronteiras políticas, mas afeta países, regiões e povos, localizados muito além do seu ponto de origem. A Declaração de Estocolmo, que se traduziu em um Plano de Ação, define princípios de preservação e melhoria do ambiente natural, destacando a necessidade de apoio financeiro e assistência técnica a comunidades e países mais pobres. Embora a expressão “desenvolvimento sustentável” ainda não fosse usada, a declaração, no seu item 6, já abordava a necessidade imperativa de “defender e melhorar o ambiente humano para as atuais e futuras gerações” - um objetivo a ser alcançado juntamente com a paz e o desenvolvimento econômico e social.

A ECO-92 - oficialmente, Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - realizada em 1992, no Rio de Janeiro, consolidou o conceito de desenvolvimento sustentável. A mais importante conquista da Conferência foi colocar esses dois termos, meio ambiente e desenvolvimento, juntos - concretizando a possibilidade apenas esboçada na Conferência de Estocolmo, em 1972, e consagrando o uso do conceito de desenvolvimento sustentável, defendido, em 1987, pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Comissão *Brundtland*).

O conceito de desenvolvimento sustentável - entendido como o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das futuras gerações de atenderem às suas próprias necessidades - foi concebido de modo a conciliar as reivindicações dos defensores do desenvolvimento econômico como as preocupações de setores interessados na conservação dos ecossistemas e da biodiversidade. Outra importante conquista da Conferência foi a Agenda 21, um amplo e abrangente programa de ação, visando a sustentabilidade global no século XXI.

Em 2002, a Cimeira (ou Cúpula) da Terra sobre Desenvolvimento Sustentável de Joanesburgo reafirmou os compromissos da Agenda 21, propondo a maior integração das três dimensões do desenvolvimento sustentável (econômica, social e ambiental) através de programas e políticas centrados nas questões sociais e, particularmente, nos sistemas de proteção social. O próximo item apresenta como foi a evolução da área de sustentabilidade.

### 3.2 Evolução

A ideia de acompanhar o progresso rumo à sustentabilidade, a partir de critérios e metas, levou ao desenvolvimento da chamada Avaliação da Sustentabilidade (AS), que assume uma diversidade de formas quanto à metodologia e escopo, podendo muitas vezes ser confundida com avaliações de impacto ambiental, de risco, avaliações estratégicas e integradas. Segundo Pope *et al.* (2004), Avaliação da Sustentabilidade (AS) é

um processo para determinar se uma proposta particular, projeto, programa, plano ou política é ou não sustentável (BOND; MORRISON-SAUNDERS, 2011).

Segundo Mori e Christodoulou (2011), os principais objetivos da AS são: tomada de decisão e gestão, defesa, participação, construção de consenso e pesquisa. Outros aspectos atendidos pela AS: integridade dos sistemas ecológicos e econômicos; suficiência e oportunidade dos espaços de vida; equidade intra e inter-generacional; manutenção e eficiência de recursos; civilidade sócio-ecológica, democracia e governança; precaução e adaptação e integração de longo prazo. Neste sentido, surgem várias ferramentas e modelos para avaliar a sustentabilidade, as mais conhecidas são as Tecnologias Limpas.

O conceito de Tecnologia Limpa pode ser entendido como sendo um conjunto de soluções que viabilizem novos modelos de se pensar e de se usar os recursos naturais. De maneira prática, as tecnologias limpas são novos processos industriais ou alterações realizadas em processos já existentes, sempre com o objetivo de que o consumo de matérias-primas, o consumo energético, os impactos ambientais e o desperdício sejam minimizados ou mesmo zerados. Obviamente que a evolução de tecnologias limpas não tem como interesse a diminuição do desenvolvimento econômico. Muito pelo contrário, o intuito é suprir de forma consciente e sustentável a necessidade de serviços, bens e produtos da sociedade atual.

Além disso, os modelos de produções que são baseados em tecnologias limpas têm sempre como intuito a reciclagem total dos resíduos gerados no processo produtivo, assim como o objetivo claro de não gerar emissões e resíduos. O desenvolvimento e a adoção de tecnologias limpas são parte essencial na busca pelo desenvolvimento sustentável.

Para as indústrias alcançarem seus objetivos específicos em relação ao gerenciamento e/ou melhoria do desempenho ambiental organizacional, podem-se adotar alguns instrumentos ou ferramentas, como auditoria ambiental, avaliação do ciclo de vida, estudos de impactos ambientais, sistemas de gestão ambiental, relatórios ambientais, rotulagem ambiental, gerenciamento de riscos ambientais, educação ambiental empresarial.

Ainda pode ser ampliada com a inclusão dos instrumentos convencionais utilizados nas empresas para fins de qualidade e produtividade afirma Barbieri (2004) como a análise do valor, análise de falhas, listas de verificação, cartas de controle, diagramas de relações, diagramas de causa-efeito, indicadores de desempenho, ciclo PDCA, manutenção preventiva, práticas correntes de *housekeeping*, entre outras. O quadro 2 serão apresentadas as principais práticas sustentáveis utilizadas pelas organizações/empresas para a avaliação da sustentabilidade dos seus processos e/ou serviços.

**Quadro 2 – Práticas Sustentáveis**

| <b>Práticas Ambientais</b>     | <b>Conceito</b>  | <b>Autor</b>   |
|--------------------------------|--|--|
| Ecologia industrial            | A Ecologia Industrial vem a contribuir com a sustentabilidade ambiental das organizações industriais por alterar a visão sobre o conceito de resíduo encarando-o na verdade como um subproduto, pois na natureza o “resíduo” do término de um ciclo é também a matéria-prima necessária para o início de outro ciclo.  | Agner (2006)   |
| ISO 14001                      | A norma ISO 14001 tem como objetivo de fornecer às empresas e demais organizações de todo o mundo uma abordagem comum da gestão ambiental. Esta norma determina a competitividade para as empresas de todos os perfis, sendo elas de médio ou pequeno porte.   | Nascimento e Poledna (2002)<br>Seiffert (2006)<br>Soledade <i>et al.</i> (2007)    |
| Economia ecológica             | A Economia Ecológica incorpora a relação da vida como parte de seu estudo, sendo a economia não apenas da empresa, mas de zonas geográficas no âmbito ecológico, como: o tempo das análises não poderá ficar restrito ao curto prazo, devendo incorporar todo o futuro, com os efeitos das decisões econômicas se fazem sentir.  | Santos (2008)<br>Souza-Lima (2004)<br>Mattos e Ferretti Filho (1999)               |
| Produção Limpa (PL)            | Um sistema de produção industrial que exige recursos como: material (os quais os produtos são feitos); energia (para transportar e processar os materiais); água e ar. A PL engloba as estratégias de administração industrial.  | Greenpeace (1997)<br>Silva (2004)<br>Furtado <i>et al.</i> (1998)<br>Thorpe (2009) |
| Produção mais limpa (PML, P+L) | O conceito PML refere-se à produção integrada à proteção ambiental de forma mais ampla, considerando todas as fases do processo produtivo e o ciclo de vida do produto final, constitui o aproveitamento contínuo de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica associada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficácia no uso de matérias-primas, água e energia através da não geração, diminuição ou reciclagem de resíduos gerados em todos os setores produtivos. | PNUMA (1993)<br>CNTL (2003)<br>Barbieri (2004)                                     |
| Análise do Ciclo de Vida (ACV) | É uma ferramenta indispensável para melhor acompanhamento dos ciclos de produção e a identificação de alternativas de interação entre processos. É um método utilizado para avaliar o impacto ambiental de bens e serviços.  | Ribeiro, Gianneti e Almeida (2016)<br>ABNT (2001)<br>Ribeiro (2003)                |

&gt; continua

| Práticas Ambientais | Conceito  | Autor   |
|---------------------|---|---|
| Ecodesign           | É a abordagem conceitual e processual da produção que requer que todas as fases do ciclo de vida de um produto ou de um processo, devem ser orientadas para o objetivo de preservação ou minimização de riscos, de curto ou longo prazo, à saúde humana e ao meio ambiente.   | Oliveira (1998)<br>Costa (2008)<br>Bruan e Gomez (2007)<br>Regis (2004) |
| Logística Reversa   | A área da Logística Empresarial que planeja, opera e controla o fluxo, e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós - consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, através dos Canais de Distribuição Reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros. | Leite (2002)  |
| Logística Ambiental | Consiste na implementação de medidas de proteção ambiental - regulamentações, legislações e requerimentos para a preservação do meio ambiente – nas atividades e processos logísticos que se encontra no transporte do distribuidor ao cliente, tanto no sentido tradicional como no sentido de logística reversa.  | Santos <i>et al.</i> (2015)   |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Desta maneira, surgiram algumas discussões em torno de inovações para a sustentabilidade, que são chamadas de eco-inovações. Os quais seus conceitos são relativamente novo, oriundos destas discussões e principalmente pelas preocupações com os impactos ambientais.

A Eco-Inovação surgiu da união da Inovação e da Sustentabilidade, pela necessidade de observar nas organizações esses dois fenômenos em conjunto. Desta maneira, Schumpeter (1982) caracterizada a **inovação** como a introdução de um novo produto, método de produção, abertura de mercado, conquista de fonte de matérias-primas, ou seja, uma novidade tanto para a organização como para o ambiente em que está inserida. Já a **sustentabilidade** é tratada por Barbieri (2007) como uma medida que substitui os processos produtivos poluidores, perdulários, insalubres e perigosos por outros mais limpos e poupadores de recursos. Uma forma de operacionalizar o conceito de sustentabilidade é por meio da desagregação em diferentes dimensões quantificáveis, passíveis de intervenções específicas e localizadas. Sachs (1993) a desagrega nas dimensões de sustentabilidade social, econômica, ecológica, espacial e cultural. Historicamente, as palavras: **sustentável e sustentabilidade** começaram a ser empregadas associadas à

palavra desenvolvimento em meados da década de 1980, tendo como pano de fundo a crise ambiental e social que desde o início dos anos de 1960 já começava a ser percebida como uma crise de dimensão planetária (BARBIERI, 2007, p. 92).

De acordo com Freeman (1996), a partir da década de 1960, ocorreram questionamentos generalizados das possibilidades futuras de crescimento econômico continuado. Essa preocupação foi justificada pelo sucesso da produção em massa, acompanhada pela educação, o turismo e o consumo em massa de produtos e serviços. Sugeriu-se que a economia e a população mundiais entraram em colapso no início do século XXI por conta do crescimento contínuo, do esgotamento do fornecimento de materiais, dos efeitos da poluição da industrialização em massa, ou até de escassez de alimentos. Essa escassez poderia levar a um padrão diferente de crescimento, havendo uma redução significativa no consumo.

#### 4. DESAFIOS PARA O FUTURO DE INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE: CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desafios na área da **Inovação** para as pesquisas futuras se relacionam principalmente com a constante dificuldade de gerar inovações a nível micro (empresas), como em fomentá-las a nível macro (países e regiões). De fato, boa parte das pesquisas mais recentes apresenta novos mecanismos ou modelos de gestão visando facilitar a inovação, tais como por exemplo, os *canvas* de modelos de negócio (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2010), o *lean startup* (GHEZZI *et al.*, 2015) e o *design thinking* (LIEDTKA, 2015). Ainda, as exigências ambientais dos consumidores demandam por produtos cada vez mais ecologicamente corretos, desde o seu projeto (eco-inovação, análise do ciclo de vida) até o seu descarte (logística reversa e reciclagem), levando a novos desafios, do ponto de vista da gestão, para poder atender essas demandas (BARBIERI *et al.*, 2010).

Outra área de pesquisa que ainda apresenta oportunidades de desenvolvimento futuro é a chamada 'inovação aberta' ou '*open innovation*' (CHESBROUGH, 2006) que requer de um alinhamento mais próximo entre os atores que participam do processo de inovação mas que também apresenta resultados importantes.

Por outro lado, a própria estruturação interna das empresas para uma orientação a inovação ainda é um desafio e portanto, uma oportunidade de pesquisas futuras. Modelos de gestão da inovação, por exemplo, têm sido propostos a partir da necessidade de organizar e estruturar as atividades e competências da empresa para facilitar a geração de inovações (URIONA; DIAS; VARVAKIS, 2009; SILVA; BAGNO; SALERNO, 2014), porém ainda não existe um consenso sobre qual ou quais modelos são mais eficientes ou melhores.

Outro aspecto que ainda permeia tanto as pesquisas a nível macro como a nível micro é o financiamento das atividades de inovação. De forma ampla, pode-se afirmar que existem várias linhas de financiamento e fomento a inovação no Brasil, principalmente coordenadas por entidades Federais e Estaduais, porém, os resultados dessas ações raramente sobressaem os esforços e dispêndios ocorridos, como por exemplo, com a Lei do Bem (RAPINI; OLIVEIRA; CALIARI, 2016; ZIMMER *et al.*, 2016). Do ponto de vista do sistema de inovação, o foco das pesquisas deve aprofundar em evidências mais objetivas dos impactos positivos (negativos) do financiamento e fomento as atividades de inovação nas empresas e em como o marco institucional pode ser modificado para facilitar o acesso a essas fontes.

Por fim, a nível macro, a abordagem dos sistemas de inovação tem um desafio importante, que está relacionado com a mensuração e avaliação mais apropriada do sistema. As pesquisas na área salientam a chamada ‘análise estática’ como uma das maiores limitações da abordagem, isto é, o uso de indicadores tradicionais para mensurar o desempenho inovativo, tais como o número de patentes, os dispêndios em P&D ou o número de doutores e pesquisadores. Para os críticos destes indicadores, os mesmos apenas mensuram resultados pontuais e falham na visualização da evolução positiva ou negativa dos mesmos ao longo do tempo (HEKKERT *et al.*, 2007). Trabalhos mais recentes têm procurado oferecer alternativas de mensuração dinâmica do sistema de inovação, ao propor ferramentas alternativas aos utilizados tradicionalmente, tais como o método de painel de cointegração econométrico (CASTELLACCI; NATERA, 2013), as funções do sistema de inovação (HEKKERT; NEGRO, 2009) e a simulação dinâmica (URIONA; GROBBELAAR, 2018).

No quesito da **Sustentabilidade** os desafios estão em conscientizar os empreendedores a focarem sempre em questões que impactem e causem menos dano ao meio ambiente e a sociedade. A inserção das ferramentas/práticas ambientais/tecnologias limpas nas empresas seria um grande avanço, principalmente, com as práticas da Produção Mais Limpa, que vem minimizar a geração de resíduos sólidos antes de chegar no fim-de-tubo. A utilização da análise do Ciclo de Vida dos produtos, para as empresas que causem a geração de toxinas e emissões de gases (HELLWEG; MILÀ I CANALS, 2014) mas também para tecnologias limpas (HAWKINS *et al.*, 2013). A implementação da Logística Reversa, apesar do alto custo de aquisição, as vantagens são imensas, por exemplo, de estar retornando o produto a empresa diminui a compra de matéria-prima bruta, diminui o descarte incorreto dos produtos em fim de vida, minimizando a degradação ao meio ambiente e aumentando a competitividade da empresa em comparação a outra em relação ao desenvolvimento sustentável (VAZ *et al.*, 2013).

Outro assunto que está em alta para o desenvolvimento da Sustentabilidade nas empresas, são a inserção das Energias Renováveis, por se apresentarem como

uma alternativa viável a sociedade, sem causar danos ao meio ambiente, utilizando a própria energia natural. Porém, um grande desafio do Brasil está em incentivar e conscientizar as empresas, as indústrias e a sociedade a utilizarem mais fontes de energias renováveis. Já que o país é considerado pelos pesquisadores, um dos maiores abundantes de fontes renováveis do mundo (BRASIL, 2015). Podendo focar em diversas pesquisas de uso na geração de energias renováveis: solar, eólica e biomassa, além da fonte hidrelétrica.

Atualmente, existem alguns incentivos e programas para a utilização e implantação da energia solar no Brasil, como foi apresentado nos capítulos anteriormente. Um dos desafios que poderia ser acrescentado no Brasil, em forma de regulamento ou legislação, que obrigasse os estados e municípios que em novas construções, obtivesse aquecimento solar de água e placas solares para a energia elétrica.

Outro desafio, está em disseminar pesquisas e o uso dos carros híbridos e elétricos (veículos de combustíveis alternativos ou *alternative fuel vehicles*) no Brasil. Pesquisas demonstram que este tipo de veículos minimizam as emissões de gases de efeito estufa e economizam a utilização de combustíveis fósseis, assim como está sendo feito em outras partes do mundo (ROMEJKO; NAKANO, 2017).

Entretanto, ao mesmo tempo que as tecnologias de energia renovável, são cada vez mais eficientes e geram energia limpa, para a fabricação e montagem, por exemplo, das placas fotovoltaicas ainda se utiliza grande quantidade de energia elétrica e produtos tóxicos e que causam danos ao meio ambiente. Desta forma, um desafio futuro está em “*como produzir tecnologias de energia renovável sem agredir ao meio ambiente?*”.

## Referências

- AGNER, T. C. **Eco-eficiência baseada nos princípios de Produção mais Limpa**. 2006. 80p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – UTFPR, Ponta Grossa, 2006.
- BARBIERI, J. C. *et al.* Inovação e Sustentabilidade: novos modelos e proposições. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 50, n. 2, p. 146-154, 2010.
- BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial**. São Paulo: Saraiva, 2004.
- BRAUN, J. R. R.; GOMEZ, L. S. R. Ecodesign como estratégia de valorização e divulgação de entidades ambientais: atuação do setor gráfico. In: ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO DO VALE DO ITAJAÍ, 1., 2007, Itajaí. **Anais** [...]. Itajaí: UFSC, 2007.
- CARLSSON, B.; STANKIEWICZ, R. On the nature, function and composition of technological systems. **Journal of Evolutionary Economics**, Heidelberg, v. 1, n. 2, p. 93, 1991.

CASTELLACCI, F.; NATERA, J. M. The dynamics of national innovation systems: a panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity. **Research Policy**, Amsterdam, v. 42, n. 3, p. 579-594, 2013.

CHESBROUGH, H. W. **Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology**. Brighton: Harvard Business Press, 2006.

CNTL. **Manual questões ambientais e produção mais limpa**. Curso de Formação de Consultores em Produção mais Limpa. Porto Alegre: SENAI, 2003.

CÔRTEZ, A. M.; SILVESTRE, R. G. M.; CARVALHO, H. G. Inovação e Sustentabilidade: conceitos e exemplos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA E SOCIEDADE, 4., 2011, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: UTFPR, 2011. Disponível em: <http://www.esocite.org.br/eventos/tecsoc2011/cd-anais/arquivos/pdfs/artigos/gt026-inovacaoe.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2017.

COSTA, R. O. O. C. *et al.* **Aplicação de materiais desenvolvidos a partir do conceito de ecodesign**. Novo Hamburgo: Feevale, 2008. Disponível em: [www.fevale.edu.br/seminario/cd/files/pdf/2477.pdf](http://www.fevale.edu.br/seminario/cd/files/pdf/2477.pdf). Acesso em 22 jun. 2016.

FAGERBERG, J.; VERSPAGEN, B. Innovation studies--The emerging structure of a new scientific field. **Research Policy**, Amsterdam, v. 38, n. 2, p. 218-233, 2009.

FREEMAN, C. Technological infrastructure and international competitiveness. **Industrial and Corporate Change**, Oxford, v. 13, n. 3, p. 541-569, 2004.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. London: Pinter Publishers, 1987.

FREEMAN, C. The 'National System of Innovation' in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, Oxford, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1996.

FREEMAN, C. **The economics of industrial innovation**. London: Penguin, 1974.

FURTADO, J. S. *et al.* **Auditorias, sustentabilidade, ISO 14000 e produção limpa: limites e mal-entendidos**. São Paulo: Fundação Carlos Alberto Vanzolini, 1998. Disponível em: <http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa/sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2016.

GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. **Research Policy**, Amsterdam, v. 31, n. 8-9, p. 1257-1274, 2002.

GEELS, F. W. Reconceptualising the co-evolution of firms-in-industries and their environments: Developing an inter-disciplinary Triple Embeddedness Framework. **Research Policy**, Amsterdam, v. 43, n. 2, p. 261-277, 2014.

GHEZZI, A. *et al.* A Comparative Study on the Impact of Business Model Design & Lean Startup Approach versus Traditional Business Plan on Mobile Startups Performance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS, 17., 2015, Barcelona. **Anais** [...]. Barcelona: ICEIS, 2015. p.196-203.

GOSENS, J.; LU, Y.; COENEN, L. The role of transnational dimensions in emerging economy ‘Technological Innovation Systems’ for clean-tech. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v. 86, p. 378-388, 2015.

GREENPEACE. **O que é produção limpa?** Outubro, 1997. Disponível em: [www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/producao\\_limpa.doc](http://www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/producao_limpa.doc). Acesso em: 21 jun. 2016.

HAWKINS, T. R. *et al.* Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. **Journal of Industrial Ecology**, New Haven, v. 17, n. 1, p. 53- 64, 2013.

HEKKERT, M. P. *et al.* Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. **Technological Forecasting and Social Change**, Amsterdam, v. 74, n. 4, p. 413-432, 2007.

HEKKERT, M. P.; NEGRO, S. O. Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. **Technological Forecasting and Social Change**, Amsterdam, v. 76, n. 4, p. 584-594, 2009.

HELLWEG, S.; MILÀ I CANALS, L. Emerging approaches, challenges and opportunities in life cycle assessment. **Science**, Washington, v. 344, n. 6188, p. 1109-1113, 2014.

HESS, D. J. Sustainability transitions: A political coalition perspective. **Research Policy**, Amsterdam, v. 43, n. 2, p. 278-283, 2014.

ISO. **Avaliação do ciclo de vida**. Brasília: Avaliação do ciclo de vida/Ibict, [20--?]. Disponível em: <http://acv.ibict.br/acv/o-que-e-o-acv/>. Acesso em: 20 jun. 2016.

KEMP, R.; PEARSON, P. Final report MEI project about measuring eco-innovation. **UM Merit**, Maastricht, v. 10, 2007.

KEMP, R.; SCHOT, J.; HOOGMA, R. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management. **Technology Analysis & Strategic Management**, Abingdon, v. 10, n. 2, p. 175-198, 1998.

KNEIPP, J. M. *et al.* Empreendedorismo e Sustentabilidade: um Estudo Bibliométrico da Produção Científica sobre na Base Web of Science no Período de 2005 a 2014. In: CONFERÊNCIA IBÉRICA DE EMPREENDEDORISMO, 5., 2015, Oeiras. **Anais [...]**. Oeiras: EMPREEND, 2015.

LEAL FILHO, W. Dealing with misconceptions on the concept of sustainability. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, Bingley, v. 1, n. 1, p. 9-19, 2000.

LEITE, P. R. Logística reversa. **Revista Tecnológica**, São Paulo, v. 8, n. 78, maio 2002.

LIEDTKA, J. Perspective: Linking Design Thinking with Innovation Outcomes through Cognitive Bias Reduction. **Journal of Product Innovation Management**, Hoboken, v. 32, n. 6, p. 938, 2015.

LOPES, E.; GUEREZ, P.; GONZAGA, C. A. M. **Empreendedorismo e Desafios Socioambientais**. Guarapuava: Unicentro, 2012.

LUNDVALL, B. A. Introduction to ‘Technological infrastructure and international competitiveness’ by Christopher Freeman. **Industrial and Corporate Change**, Oxford, v. 13, n. 3, p. 531-539, jun. 2004.

LUNDVALL, B. A. **National Systems of Innovation**. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. London; New York: Pinter Publishers, 1992.

MATTOS, K. M. C.; FERRETTI FILHO, N. Instrumento da Gestão Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 19., 1999, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: ABEPRO, 1999.

MOLES, R., FOLEY, R., MORRISSEY, J., O'REGAN, B. Practical appraisal of sustainable development—Methodologies for sustainability measurement at settlement level. **Environmental Impact Assessment Review**, Amsterdam, v. 28, p. 144-165, 2008.

MORI, K., CHRISTODOULOU, A. Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability. **Environmental Impact Assessment Review**, Amsterdam, paper in press, 2011.

MORLACCHI, P.; MARTIN, B. R. Emerging challenges for science, technology and innovation policy research: A reflexive overview. **Research Policy**, Amsterdam, v. 38, n. 4, p. 571-582, 2009.

NASCIMENTO, L. F. M.; POLEDNA, S. R. C. O processo de implantação da ISO 14000 em empresas brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12., 2002, Curitiba. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2002.

NELSON, R. R. **National Innovation Systems: A Comparative Analysis**. New York; Oxford: Oxford University Press, 1993.

NELSON, R. R. (Ed.). **The Rate and Direction of Inventive Activity**. Princeton: Princeton University Press. 1962.

NELSON, R. R.; WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

OECD. **The Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data**. 3rd. Paris: OECD Publishing, 2005.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010.

PACHECO, R. C. S.; MANHAES, M.; URIONA MALDONADO, M. Innovation, interdisciplinarity and creative destruction. In: FRODEMAN, R.; KLEIN, J. T., *et al.* (Orgs.). **The Oxford Handbook of Interdisciplinarity**. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2017. p. 303-318.

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Cleaner Production for Worldwide**. Nairobi: UNEP, 1993.

RIBEIRO, C. M.; GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. Avaliação do ciclo de vida (ACV): uma ferramenta importante da Ecologia Industrial. **Revista de Graduação da Engenharia Química**, São Paulo, v. 6, n. 12, jul./dez. 2003. Disponível em: <http://www.hottopos.com/regeq12/index.htm>. Acesso em: 20 jun. 2016.

ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. New York: The Free Press, 1962.

ROMEJKO, K.; NAKANO, M. Portfolio analysis of alternative fuel vehicles considering technological advancement, energy security and policy. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v. 142, part 1, p. 39-49, 20 jan. 2017.

SANTOS, J. S. *et al.* Green Logistics: conceptualization and directions for practice. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 314-331, 2015.

SANTOS, R. B. **Relações entre meio ambiente e ciência econômica**: reflexões sobre economia ambiental e a sustentabilidade. Curitiba: FAE, 2008. Disponível em: [www.fae.edu/publicacoes/pdf/IIseminario/pdf\\_reflexoes/reflexoes\\_23.pdf](http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/IIseminario/pdf_reflexoes/reflexoes_23.pdf). Acesso em: 20 jun. 2016.

SCHOLZ, R.; TIETJE, O. **Embedded Case Study Methods**. Integrating Quantitative and Qualitative Knowledge. London: Sage Publications, 2002.

SCHOT, J.; GEELS, F. W. Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda and policy. **Technology Analysis & Strategic Management**, Abingdon, v. 20, n. 5, p. 537-554, 2008.

SCHUMPETER, J. A. The explanation of the business cycle. **Economica**, Hoboken, v. 21, n. 21, p. 286-311, 1927.

SEIFFERT, M. E. B. **ISO 14001 Sistemas de Gestão Ambiental**: Implantação objetiva e econômica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

SHARIF, N. Emergence and development of the National Innovation Systems concept. **Research Policy**, Amsterdam, v. 35, n. 5, p. 745-766, 2006.

SILVA, A. **Gestão da Produção mais Limpa**: o caso WEG. 2004. Dissertação (Mestrado em Administração) – UFSC, Florianópolis, 2004.

SILVA, D. O. D.; BAGNO, R. B.; SALERNO, M. S. Modelos para a gestão da inovação: revisão e análise da literatura. **Produção** [online], São Paulo, v. 24, n. 2, p. 477-490, jun. 2014.

SOLEDADE, M. G. M. *et al.* ISO 14000 e a Gestão Ambiental: uma reflexão das práticas ambientais corporativas. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 9., 2007, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: USP, 2007.

SOLOW, R. A Contribution to the Theory of Economic Growth. **Quarterly Journal of Economics**, Oxford, v. 70, p. 65-94, 1956.

SOLOW, R. Technical change and the aggregate production function. **Review of Economics and Statistics**, Cambridge, v. 39, n. 3, p. 312-320, 1957.

SOUZA-LIMA, J. E. Economia ambiental, ecológica e marxista versus recursos naturais. **Revista FAE**, Curitiba, v. 7, n. 1, p.119-127, jan./jun. 2004.

THORPE, B. **Citizen's Guide to Clean Production**. Clean Production Network. Lowell: University of Massachusetts Lowell, 1999.

URIONA, M.; DIAS, N.; VARVAKIS, G. Managing Innovation in Small High-Technology Firms: A Case Study in Brazil. **Journal of Technology Management & Innovation**, Santiago, v. 4, n. 2, p. 130-142, jul. 2009.

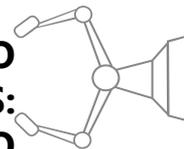
URIONA, M.; GROBBELAAR, S. S. Innovation system policy analysis through system dynamics modelling: A systematic review. **Science and Public Policy**, Oxford, v. 46, n. 1, p. 28-44, 2018.

VAZ, C. R. *et al.* Some reasons to implement reverse logistics in companies. International. **Journal of Environmental Technology and Management**, Genève, v. 16, n. 5, p. 467-479, 2013.

VIEGAS, C. V. **Atividades de Gestão do Conhecimento na Elaboração do Estudo de Impacto Ambiental**. 2009. 361p. Tese. (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

ZIMMER, P. *et al.* Tax Incentives for Innovation in Brazil: Obstacles for Use of the Good Law (Law 11.196/2005). **Journal of Technology Management & Innovation**, Santiago, v. 11, n. 4, p. 38-46, 2016.

# MODELO MENTAL COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO EM PROJETOS TECNOLÓGICOS: ANÁLISE EM HABITAT DE INOVAÇÃO



**Paula Regina Zarelli**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Francisco Beltrão-PR, Brasil  
przarelli@gmail.com

**Andriele De Prá Carvalho**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Francisco Beltrão-PR, Brasil  
andridpc@gmail.com

**Pedro Prando da Silva**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Francisco Beltrão-PR, Brasil  
pedro.prando96@gmail.com

**Recebido em: 11/10/2019**

**Aprovado em: 27/11/2019**

**Resumo:** Um modelo mental é uma estrutura rica e elaborada, que pode gerir o conhecimento e representa informações ligadas por unidades semânticas. Tais modelos evoluem com o desenvolvimento psicológico e com a instrução, num processo conhecido como mudança conceitual. Assim, este estudo tem por objetivo identificar tipos de conhecimentos em habitats de inovação por meio de mapas mentais em projetos tecnológicos pré-incubados no Hotel Tecnológico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão. Após análise de conteúdo, os resultados demonstraram sucesso na identificação do conhecimento dos projetos tecnológicos, entretanto, não representaram em seus mapas, categorias que demonstrassem foco na realização socioambiental. Assim, concluiu-se que, em sua maioria, os mapas dos projetos pré-incubados prezam pelo desenvolvimento de novas tecnologias e inovações, com aplicação do conhecimento em cada fase tecnológica, porém observa-se lacuna quanto a importância de elementos sociotécnicos como sustentabilidade, qualidade de vida da população, etc., relativos a possíveis *gaps* obtidos por uma análise mais abrangente dos modelos mentais.

**Palavras-chave:** Modelo Mental. Gestão do Conhecimento. Inovação. Habitat de Inovação.

**Abstract:** A mental model is a rich and elaborate structure that can manage knowledge and represents information linked by semantic units. Such models evolve with psychological development and instruction in a process known as conceptual change. Thus, this study aims to identify types of knowledge in innovation habitats through mental maps in pre-incubated technological projects in the Technological Hotel of the Federal Technological University

of Paraná - Francisco Beltrão/Paraná - Brazil. After content analysis, the results showed success in identifying the knowledge of technological projects, however, did not represent in their maps, categories that showed focus on social and environmental achievement. Thus, it was concluded that most pre-incubated project maps value the development of new technologies and innovations, applying knowledge in each technological phase, but there is a gap regarding the importance of socio-technical elements such as sustainability, population's quality of life, etc., related to possible gaps obtained by a broader analysis of mental models.

**Keywords:** *Mental Model. Knowledge management. Innovation. Innovation Habitat.*

**Resumen:** *Un modelo mental es una estructura rica y elaborada que puede gestionar el conocimiento y representa información vinculada por unidades semánticas. Dichos modelos evolucionan con el desarrollo psicológico y la instrucción en un proceso conocido como cambio conceptual. Así, este estudio tiene como objetivo identificar tipos de conocimiento en hábitats de innovación a través de mapas mentales en proyectos tecnológicos preincubados en el Hotel Tecnológico de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná - Campus Francisco Beltrão/Paraná - Brazil. Después del análisis de contenido, los resultados mostraron éxito en la identificación del conocimiento de los proyectos tecnológicos, sin embargo, no representaron en sus mapas, categorías que mostraron un enfoque en el logro social y ambiental. Por lo tanto, se concluyó que la mayoría de los mapas de proyectos preincubados valoran el desarrollo de nuevas tecnologías e innovaciones, aplicando el conocimiento en cada fase tecnológica, pero existe una brecha con respecto a la importancia de los elementos sociotécnicos como la sostenibilidad, calidad de vida de la población, etc., relacionada con posibles brechas obtenidas por un análisis más amplio de modelos mentales.*

**Palabras clave:** *Modelo mental. Gestión del conocimiento Innovación Hábitat de innovación.*

## 1. INTRODUÇÃO

A revolução industrial, iniciada na Inglaterra, a partir da segunda metade do séc. XVIII, período de surgimento das fábricas e a invenção das máquinas a vapor que impulsionaram as tendências que o mercantilismo havia iniciado. Surgindo assim, um novo tipo de organização, a empresa industrial, que proporcionou a substituição do processo de produção manual pelo processo de produção mecânica e fabril, resultando em influências nunca antes imaginadas nas técnicas de produção e de administração. A Revolução Industrial passou, então, a ser considerada como o marco inicial do processo gerador da administração da produção conforme conhecida nos dias de hoje, porque esta exigiu novas técnicas gerenciais de produção, específicas para a indústria (PEINADO; GRAEML, 2007).

Com o crescimento acelerado das indústrias e a intensificação de demandas por novos produtos, impõe-se a necessidade de racionalização do processo de produção em massa e a busca da maximização do capital investido (MAIA; FONSECA, 2007).

Consequentemente, retêm-se, assim, a incontestável aspiração por se desenvolver concepções teóricas capazes de lidar com questões técnicas de eficiência e produtividade, como também questões gerenciais de planejamento, execução e controle, que vieram com a finalidade de possibilitar a transformação de pequenas fábricas em grandes corporações (GOMES *et al.*, 2014, p. 4).

A cultura organizacional, assim como as questões técnicas citadas anteriormente, que o desenvolvimento de processos inovativos é denominado na literatura como Cultura da Inovação. Dada a importância crescente da inovação nos contextos empresariais e a busca por vantagens competitivas diferenciadas, uma cultura organizacional que facilite estes processos torna-se fator estratégico para que a empresa alcance seus objetivos (JAMROG; OVERHOLT, 2004), como é o caso da gestão do conhecimento.

Meirelles e Gomes (2008) esclarecem a gestão do conhecimento como visto a partir de duas óticas diferentes, sendo uma centrada na informação e a outra centrada nos processos de aprendizagem. A gestão do conhecimento consiste em uma abordagem integrada à identificação, gerenciamento e compartilhamento de todos os ativos intangíveis de uma organização, incluindo bases de dados, documentos, políticas e procedimentos, assim como competências e experiências não claramente explicitadas, dentre elas, ideias que podem promover a inovação.

Até a década de 60, a inovação, era vista sob uma percepção direta e conhecida como o lançamento de novos produtos ou processos a partir de pesquisas básicas e aplicadas. Entretanto, com a releitura das contribuições de Schumpeter (1985), o assunto auferiu uma visão voltada para a mudança tecnológica e o desenvolvimento econômico por um processo evolucionário a partir das experiências passadas e da acumulação do conhecimento (MENDONÇA *et al.*, 2014).

Assim, reconhecendo a importância da inovação no contexto supracitado, este estudo visa identificar tipos de conhecimentos em habitats de inovação por meio de mapas mentais, aplicados a projetos tecnológicos pré-incubados no Hotel Tecnológico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão.

## 2. GESTÃO DO CONHECIMENTO (GC) E INOVAÇÃO

A inovação requer uma gestão que envolva um conjunto de conhecimentos que promovam a capacidade de inovar, a habilidade de organizar e gerenciar o processo, buscando a integração destes com a tecnologia e o mercado (IACONO; NAGANO, 2014). Neste contexto, o conjunto de conhecimentos necessário para a inovação, pode ser construído por meio de práticas de gestão do conhecimento.

Técnicas, ou processos, Dorow, Dávila e Varvakis (2015) apresentam um ciclo de GC, baseado em três princípios básicos: (i) Criação ou captura de conhecimento; (ii) Compartilhamento e disseminação do conhecimento; (iii) Aplicação do conhecimento. Por conseguinte, cada princípio está gerando valor, elemento central que aprimora o desempenho e competências da organização. A geração de valor nas atividades de GC é

um fundamento já verificado em pesquisas teórico-empíricas prévias sobre ciclos de GC no contexto brasileiro. E as práticas, definições coletadas por Macedo, Teixeira e Labiak (2016) são expostas na Quadro 1.

**Quadro 1** – Fontes de GC propostas pela academia

| Autor                          | Dimensões e número de práticas  | Características   |
|--------------------------------|---|---|
| Ocde (2003)                    | Liderança; Captura e aquisição do conhecimento; Treinamento e tutoria; Políticas e estratégias; Comunicações; Incentivos  | Instrumento para identificar práticas de GC com aplicação satisfatória realizada pela própria OECD em diversos contextos e países, tais como Canadá, Alemanha, Dinamarca, entre outros.                                       |
| Darroch (2003)                 | Aquisição do conhecimento; Disseminação do conhecimento; Capacidade de resposta ao conhecimento   | Lista de práticas e instrumento desenvolvido em uma pesquisa com mais de 500 empresas da Nova Zelândia.   |
| Tranfield <i>et al.</i> (2003) | Descobrir; Realizar; Nutrir   | Classificação criada a partir de entrevistas a 123 funcionários de 11 empresas que atuam em 9 setores diferentes.   |
| Mckeen <i>et al.</i> (2006)    | Habilidade para localizar e compartilhar conhecimento existente; Habilidade para experimentar e criar conhecimento; Cultura; Valor estratégico do conhecimento e do aprendizado | Lista criada coletando dados fornecidos por 90 gestores de conhecimento de empresas sediadas nos EUA e Canadá.  |
| Kianto; Andrevá, (2014)        | Gestão estratégica do conhecimento; Cultura organizacional; Gestão do recurso humano; Estrutura organizacional; Tecnologias da informação e comunicação                         | Classificação criada a partir de dados coletados de um total de 222 empresas sediadas na Finlândia, China e Rússia. Inclui práticas de estudos relevantes e uma linguagem compreensível para pesquisa no contexto brasileiro. |

Fonte: Macedo, Teixeira e Labiak (2016).

O conhecimento pode ser considerado como ativo mais importante das empresas, para estes autores, contribuir com ações inteligentes nos planos individual e organizacional, facilita as inovações e a capacidade contínua de criar produtos e serviços em termos de complexidade, flexibilidade e criatividade. Ressaltam ainda, a inovação como uma característica intrínseca para a competitividade das empresas ingressarem e sobreviverem no mercado.

Com os processos, práticas, técnicas e ferramentas de GC definidos, cabe ressaltar a importância do mapeamento do conhecimento no contexto do presente estudo.

Mapeamento do conhecimento ou *K-maps*, são excelentes para capturar e compartilhar conhecimento explícito em contextos organizacionais (WEXLER, 2001). Na visão do autor, o mapeamento de conhecimento é uma comunicação desenhada conscientemente usando representação gráfica de texto, história, modelos, números ou símbolos de resumos entre realizadores e usuários de mapeamento (*map makers* e *map users*).

Em ambientes como habitats de inovação, o mapeamento do conhecimento pode facilitar descobertas, coordenar qual é o conhecimento no mapa do conhecimento, disseminar informações e ajudar indivíduos e equipes a usar novas possibilidades e relações.

No que tange ao conhecimento relacionado aos Ecossistemas de Inovação, onde desenvolvem-se os habitats de inovação, como as incubadoras de Hotéis Tecnológicos, também conhecidos como programas de pré-incubação, Ferenhof, Bonamigo e Forcelini (2016) apontam que os integrantes do ecossistema têm um papel importante, uma vez que criam e disseminam conhecimentos para os atores que compõem sua estrutura, sendo que a importância das empresas não está só na sua existência, mas na conectividade e na interação gerando o compartilhamento de conhecimento.

Entre os vários tipos de organizações, as incubadoras já demonstram dispensar atenção especial ao aspecto da GC, bem como reforçam a necessidade percebida de compartilhamento do conhecimento (RAUPP; BEURNEN, 2009). Além disso, saber compartilhar o conhecimento, a fim de que ele não fique concentrado em algumas pessoas, apresenta-se como um desafio para os gestores. Assim, o gerenciamento eficiente do conhecimento nas organizações dependerá, primeiramente, do gerenciamento individual dos elementos que compõem a gestão do conhecimento e, posteriormente, da sinergia entre eles.

Porém, Bulgacov, Bulgacov e Canhado (2009) afirmam que há um potencial reprimido no que diz respeito à aprendizagem e a transferência de conhecimento entre habitats de inovação e projetos de empreendedorismo. A estruturação de novo negócio é condicionada pela experiência anterior do empreendedor, por sua colocação no mercado e pelos conhecimentos adquiridos por sua passagem no habitat.

### 3. MODELO MENTAL

Surgiram algumas técnicas de mapeamento de informação e comunicação, desde a década de 60, denominadas como mapas conceituais, criados por Novak (1999). Esses mapas são diagramas, uma representação que faz relações entre conceitos, ou entre palavras que substituem conceitos. O autor pode utilizar sua própria representa-

ção, organizando hierarquicamente as ligações entre os conceitos que ligam problemas a serem resolvidos ou pesquisas a serem realizadas. Têm como propósito representar relações significativas entre os conceitos na forma de proposições, que são dois ou mais termos conceituais ligados por palavras, de modo a formar uma unidade semântica. São utilizados para uma ordenação hierarquizada de ideias ou de pensamento (BELLUZZO, 2006).

Em síntese para o autor, os mapas servem para tornar visíveis e claros as ideias chaves em que os gestores devem se centrar para uma atividade de busca da solução de problemas, de pesquisa, de tomadas de decisão em qualquer tipo de organização. O resultado final está sempre determinado pela visão de quem o elabora e do domínio de conhecimento que possua, isto porque dele depende a escolha tanto dos conceitos como dos relacionamentos semânticos e da contextualização, o que leva a apresentar um nível de complexidade bastante variado e a não existência da singularidade de um mapa “correto”.

**Quadro 2** – Definições de “Modelo mental”

| <b>Autor</b>          | <b>Definição</b>   |
|-----------------------|--|
| Rouse; Mourris (1986) | “Modelos mentais” são os mecanismos através dos quais os humanos são capazes de gerar descrições do propósito e forma de um sistema, explicar o funcionamento de um sistema e os seus estados observados e prever os estados futuros.”   |
| Carrol; Olson (1988)  | Um modelo mental é “uma estrutura rica e elaborada que reflete a compreensão do usuário do que o sistema contém, de como ele funciona e de porque ele funciona daquela forma. Ele pode ser imaginado como conhecimento suficiente sobre um sistema que permite ao usuário experimentar ações mentalmente antes de executá-las.”                  |
| Borges (1996)         | Um aspecto importante é que a habilidade de um indivíduo em explicar e prever eventos e fenômenos que acontecem à sua volta evolui à medida que ele adquire modelos mentais mais sofisticados dos domínios envolvidos. Tais modelos evoluem com o desenvolvimento psicológico e com a instrução, num processo conhecido como mudança conceitual. |

Fonte: Autores (2018).

Dessa forma, se pode falar a respeito da concepção do modelo mental a partir de uma outra pessoa, o usuário do modelo. Entretanto, o conceito não pode ser considerado como unitário. Pelo contrário, diferentes limitações e pressupostos são impostos no significado do termo pelas diversas comunidades que o empregam. Na Ciência Cognitiva, os modelos mentais são usados para caracterizar as formas pelas quais as pessoas compreendem os sistemas físicos com os quais interagem. Servindo para explicar o comportamento do sistema, fazer previsões, localizar falhas e atribuir causalidade aos eventos e fenômenos observados (NORMAN, 1983).

Na área de Controle de Sistemas e Supervisão, aceitava-se um modelo mental que incluía conhecimento sobre o sistema a ser controlado, conhecimento sobre as perturbações prováveis de afetar o seu funcionamento e estratégias associadas com a tarefa de controle (ROUSE; MORRIS, 1986). O conceito tem sido também usado para caracterizar alguns padrões recorrentes de pensamento criativo de cientistas no curso de suas pesquisas. Nessas situações, embora lidando com situações inteiramente novas, um núcleo central de ideias e representações pode ser identificado e seguido ao longo de extensos períodos. Tweney (1992) ao analisar o surgimento do conceito de campo conseguiu identificar algumas ideias e imagens que reaparecem de tempo em tempo nas anotações de Faraday, durante os anos e que ele tentava criar representações mais claras de suas ideias sobre as linhas de força (BORGES, 2016).

A visão do conhecimento deve fornecer um mapa mental do mundo em que vivem os membros da organização. Esse mapa pode ser especificado em várias disciplinas (e.g. química, nutrição, medicina), tecnologias (e.g. biotecnologia) e áreas de especialização (e.g. fermentação). O objetivo dessas escalas é motivar os membros da organização a pensar nas respectivas atividades como parte de um quadro mais amplo. Assim cada membro não irá limitar seu pensamento a área específica, mas também a buscar fontes de conhecimento que contribuam para a empresa como um todo. O mapa do mundo em que devem viver os membros da organização incluiria a fusão de duas ou mais disciplinas, tecnologias e áreas de especialização, além do surgimento de novas disciplinas, tecnologias e áreas de especialização. O propósito dessas escalas é indicar conexões entre o indivíduo e o mundo em que ele viverá, oportunidades, a evolução da sociedade e seu impacto na sociedade (NONAKA *et al.*, 2001).

## 4. HABITATS DE INOVAÇÃO

A idealização de um sistema econômico que progride no ininterrupto processo de inovação é dada por Schumpeter (1942), que conceitua a inovação tecnológica a partir de cinco elementos que a compõem: introdução de novos produtos, novos processos produtivos, nova organização industrial, acesso a novos mercados e obtenção de novas matérias-primas.

Desta forma, o objetivo fundamental é o de desenvolver um ambiente favorável para o aperfeiçoamento de inovações, apontando tendências na área, assim contribuindo para inúmeras instituições a criar, desenvolver e manter um ambiente capacitado a impulsionar o desenvolvimento o qual está inserido, como o habitat de inovação.

Vedovello (2000) estabelece que habitats de inovação são formados por uma concentração de um conjunto de organizações, possuindo, como vantagem, a proxi-

midade à outras empresas e instituições, particularmente universidades e centros de pesquisas, amplificando a probabilidade de formar sinergias. Ainda ressalta, que há diversas nomenclaturas de habitats, que estão de Parques Tecnológicos até incubadoras de empresas, podendo, também, ser instrumentos de políticas tecnológica e industrial.

Para Labiak Jr (2012), as nomenclaturas de habitats de inovação são: (i) Pré-Incubadoras; (ii) Incubadora; (iii) Parque Científico e Tecnológico; (iv) Cidade Intensiva em Conhecimento; (v) Polo de Competitividade; (vi) Sistema Regional de Inovação (SRI). Com as seguintes definições:

(i) Estrutura de apoio ao empreendedorismo, onde estão inclusos espaços físicos, suporte de gestão, secretaria, equipamentos de informática e suportes administrativos. Sendo o ponto fundamental, em que processo ocorre anteriormente à formalização da empresa, um período de muito risco e principalmente muitas incertezas.

(ii) Agente facilitador do processo de empresariamento e inovação tecnológica nas micro e pequenas empresas. Mecanismo que estimula a criação e o desenvolvimento de micro e pequenas empresas industriais ou de prestação de serviços, empresas de base tecnológica ou de manufaturas leves, por meio da formação complementar do empreendedor em seus aspectos técnicos e gerenciais.

(iii) Um Parque Científico e Tecnológico é uma organização gerida por profissionais especializados, cujo objetivo fundamental é incrementar a riqueza de sua comunidade promovendo a cultura da inovação e da competitividade das empresas e instituições geradoras de conhecimento instaladas no parque ou associadas ao mesmo.

(iv) Cidades intensivas em conhecimento devem democratizar o conhecimento de forma on-line, a baixo custo através de uma inclusão digital que possibilite os fluxos de conhecimento e tecnologia a toda sociedade, além de criar espaços de valor agregado, estimular a criatividade e experimentação, promover as redes sociais virtuais e presenciais, assim criando uma atmosfera de extração, geração, transmissão, utilização e reutilização do conhecimento.

(v) Se caracterizam como uma combinação de determinada área geográfica, empresas, universidades, centros de pesquisa, organizações públicas e privadas conectados em uma parceria sinérgica, voltados a consecução de projetos inovadores, formando assim como nas cidades intensivas em conhecimento regiões que criem um branding capaz de atrair conhecimento e principalmente negócios.

(vi) Define-se como uma serie de políticas regionais que alavanquem a inovação e a competitividade econômica e social. O SRI possui uma dimensão sistêmica, que deriva do caráter associativo das redes de inovação presentes, focadas no desenvolvimento

empresarial competitivo. Independentemente do tipo de habitat, a inovação ocorre por meio de projetos tecnológicos.

## 5. TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA

Em relação aos projetos alocados em habitats de inovação, Cheng, Drumond e Mattos (2004) explicam que é necessário que os projetos de negócio sejam alvo de um planejamento mais completo ao longo de sua pré-incubação. Nesse sentido, para potencializar as oportunidades identificadas, deve ser feito não apenas um plano de negócio, avaliando a viabilidade econômica do empreendimento, mas também um planejamento tecnológico. Assim, insere-se a perspectiva tecnológica na trajetória dos projetos existentes em habitats. Geels (2004) utiliza uma abordagem definida como trajetória tecnológica para elencar as fases de transição de uma nova tecnologia.

O pré-desenvolvimento, primeira fase, refere-se ao surgimento da inovação nos nichos, quando podem surgir incertezas acerca do *design* e da funcionalidade, por isso, são realizados experimentos e criados mecanismos de tecnologia. A parte da especialização técnica, segunda fase, diz respeito ao início da institucionalização entre os atores do nicho. Nessa fase, inicia-se a exploração das novas funções e são desenvolvidas troca de experiências, práticas estabelecidas e regras, cognição e conceitos.

No início da difusão e o do avanço da tecnologia, terceira fase, incorpora-se a competição em um mercado crescente. Esta fase requer *performance* para oportunidades, interações, preços e competitividade, precisa romper com obstáculos do regime existente, ou seja, corresponde à fase de ruptura do *lock in*.

O estabelecimento do novo regime e as transformações graduais, quarta fase. Esta fase leva mais de uma geração para se transformar em uma tecnologia global. O regime existente não pode ser visto como uma barreira, mas como oportunidade de interligar as novas tecnologias e as velhas.

De acordo com Geels (2004), a transição pode ser descrita em seis versões assumidas: i) os autores em suas atividades reproduzem elementos; ii) as percepções e relações entre os autores e organizações são coordenadas por regras; iii) as regras são reproduzidas pelas atividades dos autores; iv) o contexto é estruturado pela ação humana; v) as regras são compartilhadas em grupos e em símbolos, artefatos e práticas; e vi) as mudanças nas tecnologias são complexas e mais difíceis que as mudanças de regras e leis.

Esta transição para uma nova tecnologia é mais ampla e denota mudança a longo prazo por envolver mudanças nos sistemas e suas dimensões. Por isso, não é linear

nem gradual e abrange mudanças na estrutura, cultura, comportamento, instituições, economia, crenças e ecologia. Indicando que, a transição tecnológica é o resultado da interação que ocorre entre os múltiplos níveis (GEELS, 2004b).

Kemp e Rotmans (2010), com relação à teoria da transição, apresentam também quatro estágios. O primeiro estágio é o pré-desenvolvimento, no qual há poucas mudanças visíveis, pois se trata do momento da experimentação. No segundo estágio, da saída, o sistema começa a se moldar, é a fase da observação. Logo se iniciam as mudanças socioculturais, ecológicas e institucionais, na fase da aceleração, da adoção. E finalmente na última fase, ocorre a estabilização, o equilíbrio.

Loorbach (2007), descreve a transição como uma sequência de quatro fases apresentadas em formato de uma curva S: a primeira fase é o pré-desenvolvimento, quando se inicia o problema e há a necessidade de novas visões e soluções alternativas; a segunda fase compreende o crescimento, quando a janela de oportunidade encontra-se aberta para uma alternativa estratégica; a terceira fase é a aceleração, em que uma implementação de alternativa estratégica ou solução toma lugar em nível de instituições e estruturas; enquanto a quarta fase corresponde à estabilização, a otimização dentro das estruturas ou sistemas recém-formados, levando à uma avaliação do processo e à formulação de novas metas e estratégias.

O processo emergente para uma nova tecnologia, para Dolata (2013), decorre de mudanças que levam à ruptura e são engatilhadas pela capacidade potencial em desenvolver e aplicar novas tecnologias que desafiam a regulação existente.

Estabelecendo uma relação da trajetória citada com as empresas de base tecnológica (EBTs) brasileiras de menor porte, é possível assumir que estas possuem, principalmente, as seguintes características: operam em pequena escala; são comprometidas com o projeto, desenvolvimento e produção de novos produtos de alto conteúdo tecnológico que, na maioria dos casos, não são produtos finais, mas em suma, bens de capital, componentes e sistemas industriais; e, servem a mercados restritos e específicos, nichos de mercado (TOLEDO *et al.*, 2008).

Geralmente as pesquisas com foco em EBTs partem do pressuposto que essas empresas dependem, consideravelmente, da aplicação sistemática de conhecimentos técnico-científicos em atividades de desenvolvimento de novos produtos. Entretanto, devido às carências que tradicionalmente apresentam (financeiras, de gestão e de recursos humanos), essas empresas apresentam maiores dificuldades em relação a atividades de inovação (MACULAN, 2003). As limitações de gestão dessas empresas, obviamente, se refletem, conseqüentemente, na gestão dos projetos de desenvolvimento.



Com base nos mapas mentais dos projetos Alfa (1), Alienge (2) e Tecnosust (3), adaptou-se um modelo resumido que expressa a singularidade metodológica da organização de cada modelo mental, exposto no quadro 3.

**Quadro 3** – Mapeamento do Conhecimento em Habitats sob a perspectiva das Trajetórias Tecnológicas

|                        | Projetos | Fase 1 - Surgimento de inovação  | Fase 2 - Especialização técnica   | Fase 3 - Difusão e avanço da tecnologia                                | Fase 4 - Estabelecimento do novo regime e transformações tecnológicas                            |
|------------------------|----------|--|---|--|--|
| Conhecimentos mapeados | 1        | Nicho de atuação; Avaliação da viabilidade técnica do negócio; Nicho de atuação; | Softwares aplicados; Novas tecnologias; Legislação;                                 | Sustentabilidade; Eficiência; Marketing; Identidade visual;            | Desenvolvimento de novos serviços; Qualificação; Estudo da satisfação dos clientes, fidelização; |
|                        | 2        | Desenvolvimento de novos produtos; Análise sensorial; pesquisa de mercado;       | Qualificação na área; Cursos de capacitação; Atualização constante de capacitações; | Marketing para pequenas empresas; Empresa mais acessível, Preço baixo; | Diferenciais para a empresa; Firmar parcerias; Expansão no mercado;                              |
|                        | 3        | Testes com protótipos, dimensionamento; Estudo prévio, técnico e inovativo;      | Organização empresarial; Capacitação, precisão;                                     | Marketing; Atendimento ao cliente, feedback; Organização;              | Comercial, venda direta com os produtores; Econômico, sócios e financiamentos;                   |

Fonte: Autores (2018).

Além dos conhecimentos e suas respectivas fases representados no quadro 3, também foram ressaltados pelos três projetos a necessidade da utilização de conhecimentos tácitos, empíricos, gestão de pessoas, gestão empresarial e técnico-científico para o desenvolvimento das quatro fases da trajetória para o desenvolvimento de projetos tecnológicos.

Verifica-se que o mapeamento gerou conhecimentos específicos voltados para as necessidades empresariais, convergentes com a teoria da inovação e a competitividade. Ressaltam-se *gaps* sobre os conhecimentos valorizados pelos projetos pesquisados, quanto à elementos socioambientais como ecoinovação, sustentabilidade socioambiental, etc.

Ressalta-se que uma maior disciplina nas atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) é recomendado por Cheng, Drumond e Mattos (2004), em que o rigor científico de um processo estruturado na trajetória tecnológica do projeto, com o mapeamento dos conhecimentos necessários, parece bons resultados para as empresas.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS E ESTUDOS FUTUROS

Este estudo objetivou identificar tipos de conhecimentos em habitats de inovação por meio de mapas mentais, como ferramenta de gestão do conhecimento. Verificou-se que, em função dos projetos estarem em uma fase inicial de desenvolvimento, característica do próprio ambiente que se encontram hospedados, estes conhecimentos mapeados podem vir a serem alteradas, uma vez que o conhecimento é cíclico e não linear.

Os tipos de conhecimento ressaltados pelos três projetos pré-incubados podem ser agrupados na análise dos projetos tecnológicos. Visto que, as empresas de base tecnológica, EBTs pautam-se, principalmente, em características de operação em pequena escala, desenvolvimento e produção de novos produtos de alto conteúdo tecnológico, com a finalidade de atingir o nicho de mercado estudado como foco do projeto tecnológico.

Afirma-se que há lacunas nos estabelecimentos dos conhecimentos principais para cada um dos três modelos mentais. Já que nenhum dos três modelos mencionou conhecimentos relacionados a valores substantivos e humanos, vinculados a uma análise mais abrangente de criação de modelos mentais. Porém, os três projetos citam a inovação como o principal fator para a conquista do mercado, guiando seus modelos pelo viés do desenvolvimento de produtos com diferencial inovativo.

Entretanto, não houve identificação de realização da função social da universidade, focada na perspectiva de utilização dos conhecimentos técnicos-científicos, não somente para desenvolver uma tecnologia/inovação com foco em resultados operacionais e financeiros, mas também pela transferência de conhecimentos que promovam melhorias na qualidade de vida da população, com elementos sociotécnicos, capital humano, etc.

Recomenda-se aplicar o mapeamento de conhecimento sob a perspectiva das fases da trajetória tecnológica em outros tipos de habitats, com a finalidade de comparar os conhecimentos identificados neste estudo de caso em projetos na pré-incubação, para validar sua utilização em projetos mais maduros, e geração de novos conhecimentos.

## Referências

BELLUZZO, Regina Célia Baptista. O uso de mapas conceituais e mentais como tecnologia de apoio à gestão da informação e da comunicação: uma área interdisciplinar da competência em informação. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação** - RBBDD, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 78-89, 2006.

BORGES, A. Tarciso. Um estudo de modelos mentais. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 207-266, 2016.

BULGACOV, Sergio; BULGACOV, Yára Lúcia Mazziotti; CANHADA, Diego Iturriet Dias. Indicadores qualitativos de gestão para incubadoras e empresas empreendedoras incubadas: um estudo longitudinal. **Revista de Administração FACES Journal**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 55-74, 2009.

CASSIOLATO, José Eduardo; LASTRES, Helena Maria Martins. Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 34-45, 2005.

CHENG, Lin Chih; DRUMMOND, PHF; MATTOS, Philemon. A Integração do trinômio tecnologia, produto e mercado na pré-incubação de uma empresa de base tecnológica. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EMPREENDEDORISMO NA AMÉRICA LATINA, 3., 2004, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: PUC, 2004.

FERNANDEZ, Todd; PURZER, Šenay; FILA, Nicholas D. Using process mapping to understand engineering students' conceptions of innovation processes. In: FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE (FIE), 46., 2016, Erie. **Anais [...]**. Piscataway: IEEE, 2016. p. 1-5.

GEELS, Frank W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. **Research policy**, Amsterdam, v. 31, n. 8-9, p. 1257-1274, 2002.

GEELS, Frank W. Understanding system innovations: a critical literature review and a conceptual synthesis. In: ELZEN, Boelie; GEELS, Frank W.; GREEN, Kenneth (Eds.). **System innovation and the transition to sustainability: Theory, evidence and policy**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2004. p. 19-47.

GRAEML, Alexandre R.; PEINADO, Jurandir. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

IACONO, Antonio; NAGANO, Marcelo Seido. Gestión de la innovación en empresas emergentes de base tecnológica: evidencias en una incubadora de empresas en Brasil. **Interciencia**, Santiago, v. 39, n. 5, p. 296-306, 2014.

JAMROG, Jay J.; OVERHOLT, Miles H. Building a strategic HR function: Continuing the evolution. **Human resource planning**, New York, v. 27, n. 1, p. 51-62, 2004.

KEMP, René; ROTMANS, Jan. The management of the co-evolution of technical, environmental and social systems. In: WEBER, Matthias; HEMMELSKAMP, Jens (Eds.). **Towards environmental innovation systems**. Heidelberg: Springer, 2005. p. 33-55.

MACULAN, Anne-Marie. Ambiente empreendedor e aprendizado das pequenas empresas de base tecnológica. In: LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATTO, J. E.; MACIEL, M. L. **Pequena empresa: Cooperação e desenvolvimento local**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003. p. 311-326.

MENDONÇA, Andréa Torres Barros Batinga de. **O processo de transição sociotécnica para a ecoinovação a partir da relação multinível: o caso dos programas da Itaipu Brasil**. 2014. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

NOVAK, Joseph Donald; GOWIN, D. Bob; VALADARES, Carla. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. Compartilhamento do conhecimento em incubadoras brasileiras associadas à ANPROTEC. **Revista de Administração Mackenzie (RAM)**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 38-58, 2008.

TWENEY, Ryan D. 2 Inventing the Field: Michael Faraday and the Creative of Electromagnetic Field Theory. In: WEBER, Robert John; PERKINS, David N. **Inventive minds: Creativity in technology**. Oxford: Oxford University Press, 1992. p. 31.

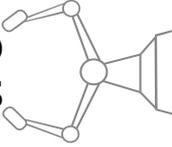
TOLEDO, José Carlos de *et al.* Fatores críticos de sucesso no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produto em empresas de base tecnológica de pequeno e médio porte. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 117-134, 2008.

VEDOVELLO, Conceição. Aspectos relevantes de parques tecnológicos e incubadoras de empresas. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 14, p. 273-300, 2000.

WEXLER, Mark N. The who, what and why of knowledge mapping. **Journal of knowledge management**, Bingley, v. 5, n. 3, p. 249-264, 2001.

WIIG, Karl M. Knowledge management: an introduction and perspective. **Journal of knowledge Management**, Bingley, v. 1, n. 1, p. 6-14, 1997.

# FRAMEWORK DAS ATIVIDADES DE INOVAÇÃO E O IMPACTO NA COMPETITIVIDADE EM MICRO E PEQUENAS EMPRESAS



**Ismael Cristofer Baierle**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
ismaelb@viavale.com.br

**Jones Luís Schaefer**

Universidade Federal de Santa Maria  
englschaefer@yahoo.com.br

**Lucas Schmidt Goecks**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
lucasgoecks@edu.unisinos.br

**Eduardo Santos Telles**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
dutelles@gmail.com

**Anderson Felipe Habekost**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
andersonfhabekost@yahoo.com.br

**Recebido em:** 27/11/2019

**Aceito em:** 02/03/2020

**Resumo:** As Micro e Pequenas Empresas respondem por praticamente toda fatia de empresas no Brasil. O que é uma vantagem competitiva hoje, pode não ser amanhã, e um dos fatores que pode garantir que essa vantagem seja mantida é a inovação. Neste sentido, este artigo tem como objetivo identificar os diferentes tipos de inovação apresentados pela literatura e fazer a ligação com os objetivos de competitividade das Micro e Pequenas Empresas. Foram pesquisados na literatura 12 tipos de inovação mais recorrentes e os 5 objetivos de competitividade também mais recorrentes e ligados as Micro e Pequenas Empresas. Após, também com base na literatura foram estabelecidas as ligações entre as diferentes atividades de inovação com os objetivos de competitividade, dando origem a framework conceitual. A contribuição acadêmica do artigo está na apresentação de um conjunto de atividades de inovação relacionadas à competitividade, que

permite um melhor entendimento sobre onde e como a inovação pode impactar nos negócios das Micro e Pequenas Empresas. Como resultado, apresentamos então o conjunto de atividades de inovação, o que cada uma representa e como cada uma pode contribuir para a competitividade destas empresas. Como trabalho futuro, pretende-se levantar informações reais para avaliar o nível de conhecimento dos gestores com relação aos dados apresentados no framework.

**Palavras-chave:** Inovação; Competitividade; Micro e Pequenas Empresas.

**Abstract:** *Micro and Small Enterprises account for virtually every slice of companies in Brazil. What is a competitive advantage today may not be tomorrow, and one of the factors that can ensure that this advantage maintained is innovation? In this sense, this article aims to identify the different types of innovation presented in the literature and to link with the competitiveness objectives of Micro and Small Enterprises. Twelve most recurrent types of innovation and the five most recurrent competitiveness objectives linked to MSEs searched in the literature. Then, also based on the literature, the links between the different innovation activities and the competitiveness objectives established, giving rise to a conceptual framework. The academic contribution of the article lies in the presentation of a set of competitiveness-related innovation activities, which allows a better understanding of where and how innovation can affect the business of Micro and Small Enterprises. As a result, we present the set of innovation activities, what each one represents, and can contribute to the competitiveness of these companies. As future work, we intend to gather real information to assess the managers' level of knowledge regarding the data presented in the framework.*

**Keywords:** Innovation; Competitiveness; Micro and Small Enterprises.

**Resumen:** *Las Micro y Pequeñas Empresas representan prácticamente todas las empresas de Brasil. Lo que hoy es una ventaja competitiva puede no ser mañana, y uno de los factores que pueden garantizar que se mantenga esta ventaja es la innovación. En este sentido, este artículo tiene como objetivo identificar los diferentes tipos de innovación presentados en la literatura y vincularlos con los objetivos de competitividad de las Micro y Pequeñas Empresas. Se buscaron en la literatura los doce tipos de innovación más recurrentes y los cinco objetivos de competitividad más recurrentes vinculados a las Micro y Pequeñas Empresas. Luego, también basado en la literatura, se establecieron los vínculos entre las diferentes actividades de innovación y los objetivos de competitividad, dando lugar a un marco conceptual. La contribución académica del artículo radica en la presentación de un conjunto de actividades de innovación relacionadas con la competitividad, que permite una mejor comprensión de dónde y cómo la innovación puede afectar el negocio de las Micro y Pequeñas Empresas. Como resultado, presentamos el conjunto de actividades de innovación, lo que cada una representa y cómo cada una puede contribuir a la competitividad de estas empresas. Como trabajo futuro, tenemos la intención de recopilar información real para evaluar el nivel de conocimiento de los gerentes con respecto a los datos presentados en el marco.*

**Palabras clave:** Innovación; Competitividad; Micro y Pequeña Empresa.

## 1. INTRODUÇÃO

As Micro e Pequenas Empresas (MPEs) são caracterizadas pelas empresas com até 99 empregados (SEBRAE, 2015), e representam 99% do todas as empresas brasileiras e 52% dos empregos formais (SEBRAE, 2014). As MPEs são os principais atores em polos de competitividade, e constituem meios eficientes para aumentar o emprego e disseminar a inovação (BRAUNE *et al.*, 2016). A capacidade das MPEs de vasculhar o mercado para reconhecer oportunidades é vital para obter uma posição vantajosa levando ao crescimento da empresa (MIOCEVIC; MORGAN, 2018). Porém, as MPEs possuem dificuldade de traduzir novos conhecimentos em oportunidades devido à falta de atividade de pes-

quisa e desenvolvimento sistematizadas (AGOSTINI; NOSELLA, 2017). Devido a grande concorrência, as MPEs a pressão para crescer, inovar e desenvolver suas capacidades tecnológicas pode ser um fator de sucesso (RAYMOND *et al.* 2018), aliando-se à proximidade com o cliente (ARBUSSA *et al.*, 2017), à flexibilidade e reatividade frente ao mercado, dirimindo desvantagens como a menor produtividade, custos mais altos e desempenho pior de entregas no prazo se comparado com as grandes empresas (MOEUF *et al.* 2018). Dessa forma, mostra-se necessária a busca pela diferenciação e por soluções inovadoras (DIMITROVA, 2018).

Segundo o Manual de Oslo, a inovação é considerada um processo complexo, contendo variações e podendo ser implantada em diversos tipos de empresas. Para que estejam em condições de competitividade, as MPEs necessitam de mudanças contínuas (ZIZLAVSKY, 2016), e isto se dará através de investimentos nas suas capacidades de inovação, pois vão ajudar a impulsionar os negócios e garantir a sobrevivência no mercado (RAMOS; ZILBER, 2015). Laguir *et al.* (2017), salientam que o crescimento econômico é atribuído cada vez mais à inovação, tornando esta uma meta política compartilhada por todos da organização. É necessário, porém, analisar as oportunidades, determinar uma estratégia e ser capaz de inovar mais rápido que os concorrentes. O manual destaca ainda ser importante que a empresa tenha postura estratégica com foco em investimentos para manter-se inovando (RAMOS; ZILBER, 2015). Speroni *et al.* (2015) salientam que tão importante quanto a implementar processos de inovação, é a capacidade de entender os projetos desenvolvidos, a fim de garantir a sua competitividade.

Seguindo esta linha, o objetivo deste artigo é identificar os diferentes tipos de inovação apresentados pela literatura e fazer a ligação com os objetivos de competitividade das empresas, através de pesquisa bibliográfica e documental a respeito das atividades de inovação mais recorrentes e qual o impacto nos objetivos de competitividade, que darão origem a um framework conceitual, que deve ser capaz de mostrar como e onde cada tipo de inovação vai impactar, servindo de guia para estratégias de inovação e competitividade.

Este artigo busca contribuir academicamente através do enfoque dado ao desenvolvimento de atividades de inovação pelas MPEs, mostrando que a inovação pode ocorrer de várias formas, não sendo somente novos produtos ou novos serviços. A ligação com objetivos de competitividade pode servir de base e pode ser o ponto de partida para MPEs que desejam inovar e não tem muito conhecimento sobre o assunto.

## 2. MÉTODO

Saunders *et al.* (2009) argumentam que o processo de pesquisa se apresenta em “camadas”, onde cada uma delas deve ser interpretada como uma etapa metodológica da pesquisa a ser superada. Este artigo tem um foco pragmático que permite uma transferência de conhecimento sobre inovação e competitividade, diferente de produção de conhecimento abstrato ou de difícil generalização, uma vez que a sociedade e a academia esperam resultados e conhecimentos concretos que possam ser utilizados em um conjunto de circunstâncias (HALL, 2013; MORGAN, 2007). As etapas utilizadas nesta pesquisa são evidenciadas no Tabela 1.

**Tabela 1** – Classificação da pesquisa.

| Classificação | Tipo        | Descrição  |
|---------------|-------------|--|
| Filosofia     | Pragmatismo | Por entender que o fator mais importante se liga à questão de pesquisa e não às questões epistemológicas, ontológicas ou axiológicas.  |
|               | Abdutiva    | Compreende a fase inicial da pesquisa, na qual a proposta de estudo surge de um problema de pesquisa.  |
| Abordagem     | Dedutiva    | Entende-se que o modelo teórico está pronto e será testado por validações empíricas, identificando os tipos de inovação e a possível ligação com os critérios competitivos.  |
|               | Indutiva    | A teoria forma-se a partir de estudos empíricos. A análise de estudos relacionados a inovação e competitividade em diferentes setores permite a identificação e ligação entre os tipos de inovação e critérios competitivos. |

Fonte: Adaptado de Saunders *et al.*, (2009).

Percebe-se que a análise de diferentes etapas de pesquisa contribuiu para a construção de uma realidade mais próxima do ambiente. A pesquisa tem um foco pragmático que permite uma transferência de conhecimento sobre inovação e competitividade, diferente de produção de conhecimento abstrato ou de difícil generalização, uma vez que a sociedade e a academia esperam resultados e conhecimentos concretos que possam ser utilizados em um conjunto de circunstâncias (HALL, 2013; MORGAN, 2007). Dessa forma, esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa pela proposição de uma modelagem teórica para relacionar as atividades de inovação com os critérios competitivos.

## 3. INOVAÇÃO

Cruz (1988) diz que a inovação é uma ideia, esboço ou modelo para geração de um novo produto ou melhoramento, sujeito a comercialização e a promover ganhos. Clark e Wheelwright (1993) dizem que é o novo conhecimento gerado dentro ou fora da organização mediante estabelecimento de parcerias. Utterback (1998) fala que um novo

conhecimento para oferecer um novo produto ou serviço que os clientes querem e precisam. Todos conceitos são válidos, porém o Manual de Oslo (OCDE, 2005) começou a ampliar esses conceitos, ao dizer que inovação é a implementação de um produto novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas.

O processo de inovação é considerado variável, adaptando-se conforme as necessidades das empresas e deve ser implantado seguindo as demandas dos gestores (BORCHARDT e DOS SANTOS, 2014). Além disso, não há como prever seus resultados (QUINTANE *et al.*, 2011), podendo gerar impactos positivos, mas com riscos e incerteza (ALONSO e BRESSAN, 2016). Fu, Mohnen e Zanello (2017), destacam a importância de as organizações explorarem suas diversas formas de inovar, além de abordarem o impacto gerado no crescimento. Nesse sentido, o manual de Oslo diferencia a inovação em quatro tipos: (1) de produto - quando se introduz um produto ou serviço novo ou relativamente melhorado em relação aos já existentes; (2) de processo - que é a implementação de um método novo ou melhorado de produção; (3) organizacional - implementação de um método organizacional ainda não utilizado pela empresa; e (4) de marketing - que consiste em novas técnicas de marketing, voltadas para o produto, embalagem e promoções, mas sempre visando ao cliente final.

Com o intuito de evidenciar que a inovação é mais ampla que isso, Sawhney *et al.* (2006) propuseram 12 dimensões de negócio passíveis de inovação e que Murat e Baki (2011) apresentaram em seu estudo; as 12 atividades de inovação podem ser estruturadas em: (1) captura de valor, (2) organização, (3) cadeia de fornecimento, (4) soluções, (5) experiência do consumidor, (6) processos, (7) presença no mercado, (8) oferta, (9) plataforma, (10) marca, (11) clientes e (12) relacionamento.

## 4. COMPETITIVIDADE

A competitividade de uma empresa depende da capacidade de mudança e do desenvolvimento de novas estratégias (KUSHWAHA; SHARMA, 2016). O processo de considerar ideias e soluções que ainda não são conhecidas assume um papel importante em termos de aquisição de vantagem competitiva (ROMAN *et al.*, 2012). Dessa forma, o termo competitividade concretizou-se no ambiente das organizações como fator decisivo para a sobrevivência (ROMAN *et al.*, 2012).

A competitividade pode ser definida como a aquisição de uma posição de mercado favorável, rentável e sustentável, estabelecendo dificuldades para a entrada de novos

concorrentes e trabalhando de forma eficiente em busca de novos mercados (SPEZAMIGLIO *et al.*, 2016). O estímulo à competitividade empresarial se dá através da adaptação a mudanças globais, da inovação e ainda no fornecimento de produtos de qualidade trabalhando em redes de negócios (PERONJA *et al.*, 2010). Ela é determinada por instituições, políticas e outros fatores, determinando a presença continuada de uma empresa no mercado, sua rentabilidade e capacidade de adaptar a produção de acordo com a demanda (CHAO *et al.*, 2015), reduzindo a vulnerabilidade à concorrência e sendo resistente à erosão por produtos substitutos (PORTER, 2008; SUBRAMANIAN *et al.*, 2014).

#### 4.1 Estratégias para competitividade das MPEs

Para Ulubeyli *et al.* (2018), os determinantes estratégicos das MPEs podem ser baseados em liderança de custo, que somente pode ser implementada após a sobrevivência, ou baseados em diferenciação e foco, desencadeados por estratégias de inovação. Já Caskey (2015) defende a ideia de que as MPEs podem utilizar estratégias voltadas à eficiência através da customização, diferenciação e inovação conjuntamente, de forma a alcançar um bom desempenho. Miocevic e Morgan (2018) trazem que as MPEs devem focar na diferenciação, tratando a inovação como uma consequência da diferenciação. Ayob e Senik (2015) concluíram que eficiência e diferenciação têm efeitos inversos na abordagem estratégica das MPEs. Outro foco estratégico das organizações concentra-se nas competências essenciais da empresa, nas capacidades e medidas de desempenho, podendo ajudar a melhorar o posicionamento competitivo da organização (BAI e SARKIS, 2014). Já para Mathur *et al.* (2012), as MPEs costumam concentrar-se em obter um alto volume de negócios anual para ampliar seus negócios ou entrar em novos mercados. As abordagens estratégicas induzidas pelos autores não convergem a um pensamento único, variando na sua essência.

O desenvolvimento de uma estratégia de vantagem competitiva diz respeito à criação de recursos de características particulares e a combinação desses recursos com as capacidades de uma empresa (ANNING-DORSON, 2018), e para as MPEs adquirirem vantagem competitiva elas são obrigadas a criar um modelo de negócios eficaz com desempenho financeiro superior (ANWAR, 2018), devendo executar seus processos e entregas com o menor custo e a mais alta qualidade possível, pois outras vantagens competitivas tradicionais são difíceis de serem criadas pelas MPEs (ISOHERRAVEN e RATNAYAKE, 2018). Outra forma de obter vantagem competitiva pelas MPEs está na utilização de melhores práticas ambientais, reduzindo custos e atingindo uma vantagem competitiva na área de marketing (D'SOUZA e TAGHIAN, 2017).

Para criar um modelo, relacionando competitividade com os tipos de inovação, é preciso definir quais os objetivos de competitividade que se pretende estudar. Para Sla-

ck, Chambers e Johnston (2002) os objetivos de competitividade de operações produtivas são: confiabilidade, custo, flexibilidade, qualidade e rapidez. Estes objetivos de competitividade também foram utilizados nas pesquisas por González-Benito e Dale (2001) e Siluk, *et al.* (2017). Outros autores apresentam mais conceitos em relação aos objetivos de competitividade, alguns deles são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** – Objetivos de competitividade: comparativo entre autores.

| Objetivos de Competitividade      | Fouskas e Drossos (2010) | Pereira, Sellitto e Borchardt (2010) | Thrulogachantar e Zailani (2011) | Prajogo e Mcdermott (2011) | Silva (2013) | Russel e Millar (2014) | Goswami (2017) | Liao (2018) | Randhawa e Ahuja (2018) | Palominos, Quezada e Gonzalez (2019) | Adivar, Hüseyinoğlu e Christopher (2019) | Número ocorrências |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------|------------------------|----------------|-------------|-------------------------|--------------------------------------|--|--------------------|
| Velocidade entrega/ Rapidez       | X                        | X                                    | X                                | X                          | X            | X                      | X              |             | X                       | X                                    |  | 9                  |
| Qualidade                         |                          | X                                    | X                                | X                          | X            | X                      | X              | X           | X                       | X                                    |  | 9                  |
| Flexibilidade/Produtividade       | X                        | X                                    |                                  |                            | X            | X                      |                |             | X                       | X                                    | X  | 7                  |
| Custo/Preço                       |                          | X                                    | X                                | X                          | X            | X                      |                |             | X                       |                                      |  | 6                  |
| Confiabilidade                    |                          |                                      | X                                |                            | X            |                        |                | X           | X                       | X                                    | X  | 6                  |
| Gestão Ambiental/Sustentabilidade |                          |                                      |                                  |                            | X            |                        |                | X           |                         |                                      | X  | 3                  |
| Produto (diversidade)             |                          | X                                    |                                  |                            | X            |                        |                |             |                         |                                      |  | 2                  |
| Imagem/marca                      |                          |                                      |                                  | X                          | X            |                        |                |             |                         |                                      |  | 2                  |
| Tempo introdução novos produtos   |                          |                                      | X                                |                            |              |                        | X              |             |                         |                                      |  | 2                  |
| Serviços                          |                          |                                      |                                  |                            | X            |                        |                |             |                         |                                      |  | 1                  |
| Prazo/Pontualidade                |                          |                                      |                                  |                            | X            |                        |                |             |                         |                                      |  | 1                  |
| Distribuição                      |                          |                                      |                                  |                            | X            |                        |                |             |                         |                                      |  | 1                  |
| Customização                      |                          |                                      | X                                |                            |              |                        |                |             |                         |                                      |  | 1                  |
| Retenção de Clientes              |                          |                                      |                                  | X                          |              |                        |                |             |                         |                                      |  | 1                  |

Fonte: Autores da pesquisa (2019).

## 4.2 Impactos da inovação na competitividade e modelo teórico

Sabendo as 12 atividades de inovação mais recorrentes, é preciso entender o que cada uma significa, para que dessa forma seja possível relacionar com os objetivos de competitividade. Na tabela 3 temos o resumo de alguns autores que tratam de inovação e as suas relações com a competitividade.

**Tabela 3 – Modelo de Estrutura Inovação versus Competitividade.**

| Tipos de Inovação   | Autores   | Descrição   | Objetivos de competitividade  |
|---------------------|---|---|---|
| Cadeia Fornecimento | Bragge <i>et al.</i> (2019)                                       | O conhecimento das necessidades dos clientes e o conhecimento dos recursos oferecidos pelos parceiros da cadeia de suprimentos fazer as empresas a reagirem mais rápido a mudanças no mercado.  | Rapidez   |
|                     | Tanskanen <i>et al.</i> (2017)                                    | A gestão de recursos externos pode ser definida encontrar os melhores recursos externos disponíveis, para que isso possa influenciar nas decisões e na rápida alocação de recursos das parcerias de negócios  |   |
| Motivação/ Soluções | Parjanen (2019)   | As organizações estão na busca por soluções novas e coletivas de obter acesso a ideias criativas, incorporando práticas inovadoras com maior agilidade para que isso vire uma vantagem competitiva.   | Rapidez   |
|                     | Rajapathirana e Hui (2018)  | Trata da conscientização da importância da inovação para trazer solução para o crescimento econômico e respostas mais rápidas aos movimentos de mercado   |   |
| Captura de Valor    | Najafi-Tavani <i>et al.</i> (2018)                                | Como a inovação através de captura de valores pode trazer benefícios para competitividade e gerar crescimento econômico   | Custo   |
| Organização         | Maier <i>et al.</i> (2014)  | Estuda quais os impactos da inovação no gerenciamento de recursos humanos pode causar nos custos das empresas através da correta adoção de recursos   |   |
|                     | Tsafarakis <i>et al.</i> (2019)<br>Hon e Lui (2016)<br>Luu (2019) | A mudança de cultura das organizações, incentivando a geração de ideias entre os funcionários se mostra muito vantajoso, pois o custo com os testes e implementação dessas ideias inovadoras é baixo e influencia nos resultados financeiros das empresas   |   |
|                     | Clientes  | Oliveira <i>et al.</i> (2019)   | Buscar novos mercados, novos clientes e inovar com a introdução de novas culturas é a única maneira de crescimento econômico no setor agroalimentar, tornando esse ambiente competitivo e confiável |
| Marca               | Pucihar <i>et al.</i> (2018)                                      | Desenvolveram o <i>Business Model Innovation</i> (BMI), destinado a facilitar práticas de inovação que ajuda a promover a empresa, aumentando confiabilidade de resultados  | Confiabilidade  |
|                     | Hojnik e Ruzzier (2017)   | Estudo de caso da implementação de ISO14001 em uma empresa. Os autores tratam como Eco Inovação e avaliam os efeitos no conhecimento da empresa (marca) e quais os ganhos de competitividade (confiabilidade) que isso trás   |   |
| Relacionamento      | Pippel e Seefeld (2016)<br>Capuano e Grassi (2018)                | O relacionamento e integração com clientes, universidades e institutos de pesquisa governamentais para pesquisa e desenvolvimento, por exemplo, pode ter resultados na inovação de produtos e na inovação de processos, resultando ainda em aumento da confiabilidade pelos produtos e serviços oferecidos pelas empresas |   |

&gt; continua

| Tipos de Inovação | Autores                         | Descrição   | Objetivos de competitividade |
|-------------------|---------------------------------|---|------------------------------|
| Oferta            | Martin-Riosa e Ciobanua, (2019) | Uma estratégia de inovação é um requisito para ter sucesso no ambiente competitivo atual. Um importante impulsionador dessa tendência é a necessidade de que as diferentes formas de inovação mantenham as empresas competitivas e lucrativas. Impulsionando, inclusive, empresas do ramo hoteleiro a buscarem uma variedade de soluções inovadoras, tornando-as flexíveis frente as oscilações e inovações do mercado. | Flexibilidade                |
|                   | Krammer (2017)                  | A especialização inteligente ( <i>Smart Specialization</i> ) é uma política de inovação recente que tem ganhado força no espaço europeu como caminho para aumentar a competitividade dos países e regiões da Europa. Essa política de inovação foi proposta para criar novos ambientes e novas possibilidades em países menos desenvolvidos, aumentando a competitividade frente a países mais desenvolvidos            |                              |
| Plataforma        | Li e Wang (2019)                | A inovação tecnológica é uma maneira importante para as empresas obterem vantagem competitiva no mercado. Criar diferentes plataformas como um conjunto de técnicas de montagem e tecnologias que sirvam como base para desenvolvimento de novos produtos ou serviços. Essas plataformas deixam a empresa mais flexível para reagir a volatilidades de produtos no mercado.   |                              |
|                   | Saridakis <i>et al.</i> (2019)  | Inovação na plataforma de fabricação de produtos, visando adaptabilidade e flexibilidade de produção, através da introdução de novos métodos de produção.   |                              |
| Presença          | Dogrua <i>et al.</i> (2019)     | Estuda o caso da <i>Airbnb</i> , que trouxe a inovação na maneira de apresentar imóveis para aluguel, com tarifas e diárias diferenciadas. É uma inovação que trouxe uma presença de mercado grande e também se tornou mais flexível que a rede hoteleira já existente.   |                              |
|                   | Ferreira <i>et al.</i> (2019)   | Os resultados dessa pesquisa são mais genéricos, mas concluem que a capacidade inovadora das empresas é refletida em sua maior competitividade geral nos negócios, levando a uma maior presença no mercado.   |                              |

&gt; continua

| Tipos de Inovação         | Autores                                       | Descrição   | Objetivos de competitividade |
|---------------------------|---|---|------------------------------|
| Experiência do Consumidor | Adams <i>et al.</i> (2019)<br><br>Oecd (2005) | A busca por novos produtos, identificando as necessidades e experiências do consumidor, pode dar uma vantagem competitiva à empresa, uma vez que produtos novos ou melhorados não enfrentam concorrência imediata, e também mostram que as organizações possuem comprometimento em entregar produtos com qualidade. | Qualidade                    |
| Processos                 | Lewandowska <i>et al.</i> (2016)              | Inovação de processos, visando adaptabilidade e flexibilidade de produção, pode ser definida como a introdução de novos métodos de produção que visam reduzir custos, aumentar a qualidade ou melhorar os serviços.   |                              |
|                           | Loncar <i>et al.</i> (2019)                   | Inovações, no sentido mais amplo, trazem melhorias em termo de qualidade, através da inovação de processos, como organização do trabalho e mudanças na fabricação de produtos, Os resultados trazem ganhos de competitividade para as empresas.   |                              |

Fonte: Autores da pesquisa (2019).

De acordo com esse embasamento, foi possível estruturar o framework conceitual, onde podem ser visualizadas as possíveis relações existentes entre as atividades de inovação com os objetivos de competitividade, conforme Figura 1.

**Figura 1** – Framework conceitual dos impactos da inovação na competitividade



Fonte: Autores da pesquisa (2019).

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Inicialmente foi preciso levantar conceitos de inovação e os principais tipos estudados na literatura, e, na sequência, conceitos de competitividade também foram explorados. A partir do estudo dos conceitos de inovação e competitividade, foram elencadas as 12 atividades de inovação mais recorrentes na literatura, fazendo a ligação com os principais objetivos de competitividade apresentados por diversos autores, dando origem ao framework conceitual.

A construção do framework foi baseada na mensuração reflexiva, que pode ser definida como uma amostra representativa de um conjunto de indicadores que fazem parte da descrição conceitual do construto. O modelo reflexivo permite a sua associação com um diferente construto, desde que possua uma correlação alta (HAIR *et. al.*, 2017). Dessa forma, o framework conceitual partiu de uma reflexão teórica, somado de construções lógicas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção do modelo teórico da figura 1, como já falado na seção de resultados e discussões, partiu de uma reflexão teórica, somada de construções lógicas. Como trabalho futuro, esse modelo pode ainda ser aprimorado com experiências práticas, através do levantamento de informações reais avaliando o nível de conhecimento dos gestores com relação aos dados apresentados no modelo teórico.

Por fim, os resultados deste trabalho visam propiciar ao meio acadêmico um estudo aprofundado sobre inovação e competitividade, e, ao mesmo tempo, mostrar para as MPÉs quais os caminhos corretos a seguir, antes de tomar uma decisão sobre uma inovação que se deseja incorporar as estratégias de competitividade.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil.

## Referências

ADAMS, P.; FREITAS, I. M. B.; FONTANA, R. Strategic orientation, innovation performance and the moderating influence of marketing management. **Journal of Business Research**, Amsterdam, v. 97, p. 129-140, 2019.

AGOSTINI, L.; NOSELLA, A. A dual knowledge perspective on the determinants of SME patenting: Results of an empirical investigation. **Management Decision**, Bingley, v. 55, n. 6, p. 1226-1247, 2017.

ALONSO, D. A.; BRESSAN, A. Micro and small business innovation in a traditional industry. **International Journal of Innovation Science**, Bingley, v. 8, n. 4, p. 311-330, 2016.

ANNING-DORSON, T. Innovation and competitive advantage creation. **International Marketing Review**, Bingley, v. 35, n. 4, p. 580-600, 2018.

ANWAR, M. Business model innovation and SMEs performance – does competitive advantage mediate?. **International Journal of Innovation Management**, London, v. 22, n. 07, 1850057, 2018.

ARBUSSA, A.; BIKFALVI, A.; MARQUÈS, P. Strategic agility-driven business model renewal: the case of an SME. **Management Decision**, Bingley, v. 55, n. 2, p. 271-293, 2017.

AYOB, A. H.; SENIK, Z. C. The role of competitive strategies on export market selection by SMEs in an emerging economy. **International Journal of Business and Globalisation**, Genève, v. 14, n. 2, p. 208-225, 2015.

BAI, C.; SARKIS, J. Determining and applying sustainable supplier key performance indicators. **Supply Chain Management: An International Journal**, Bingley, v. 19, n. 3, p. 275-291, 2014.

BORCHARDT, P.; DOS SANTOS, G. V. Gestão de ideias para inovação: transformando a criatividade em soluções práticas. **RAI Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 203-237, 2014.

BRAGGE, J. *et al.* Unveiling the intellectual structure and evolution of external resource management research: Insights from a bibliometric study. **Journal of Business Research**, Amsterdam, v. 97, p. 141-159, 2019.

BRAUNE, E.; MAHIEUX, X.; BONCORI, A. L. The performance of independent active SMEs in French competitiveness clusters. **Industry and Innovation**, London, v. 23, n. 4, p. 313-330, 2016.

CAPUANO, C.; GRASSI, I. Spillovers, product innovation and R&D cooperation: a theoretical model. **Economics of Innovation and New Technology**, London, v. 28, n. 2, p. 197-216, 2019.

CASKEY, K. R. Competitive strategies for small manufacturers in high labor cost countries: Boutique ski manufacturers in the US. **Competitiveness Review**, Bingley, v. 25, n. 1, p. 25-49, 2015.

CHAO, D. A.; GONZÁLEZ, S. J.; SELLENS, T. J. The competitiveness of small network-firm: A practical tool. **Journal of Business Research**, Amsterdam, v. 69, n. 5, p. 1769-1774, 2016.

CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. **Managing new product development** – text and cases. Boston: Harvard Business School, 1993.

CRUZ, H. N. da. Observações sobre a mudança tecnológica em Schumpeter. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 433-448, 1988.

D'SOUZA, C.; TAGHIAN, M. Small and medium size firm's marketing competitive advantage and environmental initiatives in the Middle East. **Journal of Strategic Marketing**, London, v. 26, n. 7, p. 568-582, 2018.

DIMITROVA, K. Modeling, Measurement and Management of Business Processes in Organization. In: ABRAHAM, A. *et al.* (Eds.). **Proceedings of the Second International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry"**. Varna: Springer international Publishing, 2018. p. 410-419.

DOGRU, T.; MODY, M.; SUESS, C. Adding evidence to the debate: Quantifying Airbnb's disruptive impact on ten key hotel markets. **Tourism Management**, Amsterdam, v. 72, p. 27-38, 2019.

FERREIRA, J. J.; FERNANDES, C. I.; FERREIRA, F. A. To be or not to be digital, that is the question: Firm innovation and performance. **Journal of Business Research**, Amsterdam, v. 101, p. 583-590, 2019.

FOUSKAS, K.; DROSSOS, D. The role of industry perceptions ins competitiveness responses. **Industrial Management & Data Systems**, Bingley, v. 110 n. 4, p. 477-494, 2010.

FU, X.; MOHNEN, P.; ZANELLO, G. Innovation and productivity in formal and informal firms in Ghana. **Technological Forecasting and Social Change**, Amsterdam, v. 131, p. 315-325, 2018.

GONZÁLEZ-BENITO, J.; DALE, B. Supplier quality and reliability assurance practices in the Spanish auto components industry: a study of implementation issues. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, Amsterdam, v. 7, n. 3, p. 187-196, 2001.

GOSWAMI, M. An integrative product line redesign approach for modular engineering products within a competitive market space: a multi-objective perspective. **International Journal of Production Research**, London, v. 56, n. 24, p. 7258-7279, 2018.

HAIR JR, J. F. *et al.* **A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2016.

HALL, R. Mixed Methods: In Search of a Paradigm. In: LE, T.; LE, Q. (Eds.). **Conducting Research in a Changing and Challenging World**. Hauppauge: Nova Science Publishers, 2013. p. 71-78.

HOJNIK, J.; RUZZIER, M. Does it pay to be eco? The mediating role of competitive benefits and the effect of ISO14001. **European Management Journal**, Amsterdam, v. 35, n. 5, p. 581-594, 2017.

HON, A. H.; LUI, S. S. Employee creativity and innovation in organizations: Review, integration, and future directions for hospitality research. **International Journal of Contemporary Hospitality Management**, Bingley, v. 28, n. 5, p. 862-885, 2016.

ISOHERRANEN, V.; RATNAYAKE, R. C. Performance assessment of microenterprises operating in the Nordic Arctic region. **Journal of Small Business & Entrepreneurship**, London, v. 30, n. 5, p. 431-449, 2018.

KRAMMER, S. M. Science, technology, and innovation for economic competitiveness: The role of smart specialization in less-developed countries. **Technological Forecasting and Social Change**, Amsterdam, v. 123, p. 95-107, 2017.

KUSHWAHA, G. S.; SHARMA, N. K. Green initiatives: a step towards sustainable development and firm's performance in the automobile industry. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v. 121, p. 116-129, 2016.

LAGUIR, I. *et al.* Sowing the seeds: The impact of initial ties on growth and innovation among micro and small firms. **Economics Bulletin**, Örebro, v. 37, n. 2, p. 1021-1032, 2017.

LEWANDOWSKA, M. S.; SZYMURA-TYC, M.; GOŁĘBIEWSKI, T. Innovation complementarity, cooperation partners, and new product export: Evidence from Poland. **Journal of Business Research**, Amsterdam, v. 69, p. 3673-3681, 2016.

LI, Y.; WANG, L. Chaos in a duopoly model of technological innovation with bounded rationality based on constant conjectural variation. **Chaos, Solitons & Fractals**, Amsterdam, v. 120, p. 116-126, 2019.

LIAO, B. Warranty as a competitive dimension for remanufactured products under stochastic demand. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v. 198, p. 511-519, 2018.

LONČAR, D. *et al.* Environmental and social responsibility of companies cross EU countries—Panel data analysis. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 657, p. 287-296, 2019.

LUU, T. T. Can diversity climate shape service innovative behavior in Vietnamese and Brazilian tour companies? The role of work passion. **Tourism Management**, Amsterdam, v. 72, p. 326-339, 2019.

MAIER, A. *et al.* Innovation by developing human resources, ensuring the competitiveness and success of the organization. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, Amsterdam, v. 109, p. 645-648, 2014.

MARTIN-RIOS, C., CIOBANU, T. Hospitality innovation strategies: An analysis of success factors and challenges. **Tourism Management**, Amsterdam, v. 70, p. 218-229, 2019.

MATHUR, A.; MITTAL, M. L.; DANGAYACH, G. S. Improving productivity in Indian SMEs. **Production Planning & Control**, London, v. 23, n. 10/11, p. 754-768, 2012.

MIOCEVIC, D.; MORGAN, R. E. Operational capabilities and entrepreneurial opportunities in emerging market firms: Explaining exporting SME growth. **International Marketing Review**, Bingley, v. 35, n. 2, p. 320-341, 2018.

MOEUF, A. *et al.* The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. **International Journal of Production Research**, London, v. 56, n. 3, p. 1118-1136, 2018.

MORGAN, D. L. Methodological Implications of Combining Qualitative and Quantitative Methods. **Journal of Mixed Methods Research**, Thousand Oaks, v. 1, p. 48-76, 2007.

MURAT AR, I.; BAKI, B. Antecedents and performance impacts of product versus process innovation: Empirical evidence from SMEs located in Turkish science and technology parks. **European Journal of Innovation Management**, Bingley, v. 14, n. 2, p. 172-206, 2011.

NAJAFI-TAVANI, S. *et al.* How collaborative innovation networks affect new product performance: Product innovation capability, process innovation capability, and absorptive capacity. **Industrial Marketing Management**, Amsterdam, v. 73, p. 193-205, 2018.

OECD - Organização para Desenvolvimento e Cooperação Econômica. **Manual de Oslo** – Proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. Rio de Janeiro: FINEP, 2005.

OLIVEIRA, M. D. *et al.* Integrating cognitive mapping and MCDA for bankruptcy prediction in small-and medium-sized enterprises. **Journal of the Operational Research Society**, London, v. 68, n. 9, p. 985-997, 2017.

PALOMINOS, P.; QUEZADA, L. E.; GONZALEZ, M. A. Incorporating the voice of the client in establishing the flexibility requirement in a production system. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 211, p. 34-43, 2019.

PARJANEN, S.; HYYPIÄ, M. Innotin game supporting collective creativity in innovation activities. **Journal of Business Research**, Amsterdam, v. 96, p. 26-34, 2019.

PEREIRA, G. M.; SELLITTO, M. A.; BORCHARDT, M. Alterações nos fatores de competição da indústria calçadista exportadora devido à entrada de competidores asiáticos. **Revista Produção**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 149-159, 2010.

PERONJA, I. *et al.* Competitiveness increasing of enterprises with introduction of clusters. **Annals of DAAAM & Proceedings**, Vienna, v. 21, n. 1, p. 595-597, 2010.

PIPPEL, G.; SEEFELD, V. R&D cooperation with scientific institutions: a difference-in-difference approach. **Economics of Innovation and New Technology**, London, v. 25, n. 5, p. 455-469, 2016.

PORTER, M. E. **Competitive strategy**: Techniques for analyzing industries and competitors. New York: Simon and Schuster, 2008.

PRAJOGO, D. I., & MCDERMOTT, P. Examining competitive priorities and competitive advantage in service organisations using Importance-Performance Analysis matrix. **Managing Service Quality**: An International Journal, Bingley, v. 21, n. 5, p. 465-483, 2011.

PUCIHAR, A. *et al.* Drivers and Outcomes of Business Model Innovation – Micro, Small and Medium-Sized Enterprises Perspective. **Sustainability**, Basel, v. 11, n. 2, p. 344, 2019.

QUINTANE, E. *et al.* Innovation as a knowledge-based outcome. **Journal of Knowledge Management**, Bingley, v. 15, n. 6, p. 928-947, 2011.

RAJAPATHIRANA, R. J.; HUI, Y. Relationship between innovation capability, innovation type, and firm performance. **Journal of Innovation & Knowledge**, Amsterdam, v. 3, n. 1, p. 44-55, 2018.

RAMOS, A.; ZILBER, S. N. O impacto do investimento na capacidade inovadora da empresa. **RAI Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 303-325, 2015.

RANDHAWA, J. S.; AHUJA, I. S. Empirical investigation of contributions of 5S practice for realizing improved competitive dimensions. **International Journal of Quality & Reliability Management**, Amsterdam, v. 35, n. 3, p. 779-810, 2018.

- RAYMOND, L. *et al.* IT capabilities for product innovation in SMEs: a configurational approach. **Information Technology and Management**, Heidelberg, v. 19, n. 1, p. 75-87, 2018.
- ROMAN, D. J. *et al.* Fatores de competitividade organizacional. **BBR-Brazilian Business Review**, Vitória, v. 9, n. 1, p. 25-42, 2012.
- RUSSELL, S. N.; MILLAR, H. H. Competitive priorities of manufacturing firms in the Caribbean. **Journal of Business and Management**, Taoyuan City, v. 16, n. 10, p. 72-82, 2014.
- SARIDAKIS, G. *et al.* SMEs' internationalisation: When does in-novation matter?. **Journal of Business Research**, Amsterdam, v. 96, p. 250-263, 2019.
- SAUNDERS, M.; LEWIS, P.; THORNHILL, A. **Research methods for business students**. Essex: Financial Times/Prentice Hall, 2009.
- SAWHNEY, M. *et al.* The 12 Different Ways for Companies to Innovate. **MIT Sloan Management Review**, Cambridge, v. 47, n. 3, p. 74-81, 2006.
- SEBRAE. **Anuário do Trabalho na Micro e Pequena Empresa 2014**. São Paulo: DIEESE, 2015.
- SEBRAE. **Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira**. Brasília: SEBRAE/UGE, 2014.
- SILUK, J. C. M. *et al.* A performance measurement decision support system method applied for technology-based firms' suppliers. **Journal of Decision Systems**, London, v. 26, n. 1, p. 93-109, 2017.
- SILVA, R. I. D. **A importância das dimensões competitivas na formação da estratégia de competição de empresas calçadistas do Vale do Sinos**. 2013. 155 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002. Administração da Produção, 3.
- SPERONI, R. de M. *et al.* Estado da arte da produção científica sobre indicadores e índices de inovação. **RAI Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 49-75, 2015.
- SPEZAMIGLIO, B. D. S.; GALINA, S. V. R.; CALIA, R. C. Competitiveness, innovation and sustainability: an inter-relationship through literature systematization. **Revista Eletrônica de Administração**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 363-393, 2016.
- SUBRAMANIAN, N. *et al.* Customer satisfaction and competitiveness in the Chinese E-retailing: Structural equation modeling (SEM) approach to identify the role of quality factors. **Expert Systems with Applications**, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 69-80, 2014.
- TANSKANEN, K. *et al.* Towards evidence-based management of external resources: Developing design propositions and future research avenues through research synthesis. **Research Policy**, Amsterdam, v. 46, n. 6, p. 1087-1105, 2017.
- THRULOGACHANTAR, P.; ZAILANI, S. The influence of purchasing strategies on manufacturing performance: An empirical study in Malaysia. **Journal of Manufacturing Technology Management**, Bingley, v. 22, n. 5, p. 641-663, 2011.

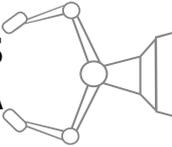
TSAFARAKIS, S. *et al.* Investigating the preferences of individuals on public transport innovations using the Maximum Difference Scaling method. **European Transport Research Review**, Berlin, v. 11, n. 1, 3., 2019.

ULUBEYLI, S.; KAZAZ, A.; SAHIN, S. Survival of construction SMEs in macroeconomic crises: In-novation-based competitive strategies. **Journal of Engineering, Design and Technology**, Bingley, v. 16, n. 4, p. 654-673, 2018.

UTTERBACK, J. M.; AFUAH, A. N. The dynamic 'diamond': a technological innovation perspective. **Economics of Innovation and New Technology**, London, v. 6, n. 2/3, p. 183-200, 1998.

ZIZLAVSKY, O. Innovation performance measurement: research into Czech business practice. **Economic research-Ekonomska istraživanja**, London, v. 29, n. 1, p. 816-838, 2016.

# A INDÚSTRIA 4.0 COMO POTENCIALIZADORA DAS PRÁTICAS DA MANUFATURA ENXUTA



## **Anderson Felipe Habekost**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
andersonfhabekest@yahoo.com.br

## **Marcelo Bubolz Larrosa**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
LarrosaMarceloB@JohnDeere.com

## **Ismael Becker Gomes**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
ismael.becker@hotmail.com

## **Lucas Schmidt Goecks**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
lucasgoecks@edu.unisinos.br

## **Ismael Cristofer Baierle**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
ismaelb@viavale.com.br

**Recebido em:** 27/11/2019

**Aceito em:** 02/03/2020

**Resumo:** Com o mercado global cada vez mais competitivo, a indústria mundial busca constantemente ferramentas de gerenciamento que possibilitem torná-las cada vez mais eficientes e rentáveis. Diante deste cenário, diversas empresas do mundo inteiro adotaram as práticas da Manufatura Enxuta, que tem por filosofia reduzir desperdícios, aumentar a produtividade, melhorar a qualidade, e conseqüentemente aumentar a satisfação do cliente. Atualmente experimenta-se um momento em que a tecnologia está avançando rapidamente em todas as áreas do conhecimento. Em razão disto, por iniciativa do governo alemão surgiu um novo conceito de indústria, denominado Indústria 4.0. Com o advento da internet, esta nova fase da revolução industrial torna a “fábrica inteligente”, e conecta todo fluxo produtivo da cadeia de valor. Aplicando os princípios do Cyber Physical Systems (CPS) e Internet das Coisas, a produção torna-se cada vez

mais eficiente, autônoma e customizável. Neste contexto, este estudo apresenta uma avaliação de quais os elementos da Manufatura Enxuta podem ser significativamente potencializados com o advento da implementação dos conceitos da Indústria 4.0, quais os elementos são moderadamente impactados, e quais não são afetados pela mesma. Por fim, serão sugeridas pesquisas futuras para ampliação e aprofundamento dos resultados obtidos.

**Palavras-chave:** Manufatura Enxuta; Sistema Toyota de Produção; Indústria 4.0.

**Abstract:** *With the increasingly competitive global marketplace, the global industry is continuously looking for management tools that can make them increasingly efficient and profitable. Faced with this scenario, several companies around the world have adopted Lean Manufacturing practices, which have the philosophy of reducing waste, increasing productivity, improving quality, and consequently increasing customer satisfaction. We are also experiencing a time when technology is advancing rapidly in all areas of knowledge. As a result, at the initiative of the German government, a new concept of industry, called Industry 4.0, has emerged. With the advent of the internet, this new phase of the industrial revolution makes the “smart factory” and connects every productive flow of the value chain. Applying the principles of Cyber-Physical Systems (CPS) and Internet of Things, production becomes increasingly efficient, autonomous, and customizable. In this context, this study presents an assessment of which elements of Lean Manufacturing significantly enhanced with the advent of the implementation of Industry 4.0 concepts, which elements moderately impacted, and which are unaffected by it. Finally, future research suggested expanding and deepening the results obtained.*

**Keywords:** *Lean Manufacturing; Toyota Production System; Industry 4.0.*

**Resumen:** *Con el mercado global cada vez más competitivas, la industria global busca constantemente herramientas de administración que puedan hacerlas cada vez más eficientes y rentables. Ante este escenario, muchas empresas de todo el mundo han adoptado prácticas de Lean Manufacturing, que tienen la filosofía de reducir el desperdicio, aumentar la productividad, mejorar la calidad y, en consecuencia, aumentar la satisfacción del cliente. Hoy es un momento en que la tecnología avanza rápidamente en todas las áreas del conocimiento. Como resultado, por iniciativa del gobierno alemán, ha surgido un nuevo concepto de industria, llamado Industria 4.0. Con el advenimiento de Internet, esta nueva fase de la revolución industrial convierte a la “fábrica inteligente” y conecta todo el flujo productivo de la cadena de valor. Aplicando los principios de Cyber Physical Systems (CPS) e Internet of Things, la producción se vuelve cada vez más eficiente, autónoma y personalizable. En este contexto, este estudio presenta una evaluación de qué elementos de Lean Manufacturing se pueden mejorar significativamente con el advenimiento de la implementación de los conceptos de la Industria 4.0, qué elementos se ven afectados de manera moderada y cuáles no se ven afectados. Finalmente, se sugerirá investigación futura para expandir y profundizar los resultados obtenidos.*

**Palabras clave:** *Lean Manufacturing; Sistema de Producción Toyota; Industria 4.0.*

## 1. INTRODUÇÃO

A busca pela competitividade no segmento industrial implica na definição de sobrevivência no mercado. A adoção de um modelo de negócios competitivo sugere atingir um desempenho melhor do que os concorrentes (DAGHFOUS; AHMAD, 2015). Este desempenho pode relacionar-se à eficiência dos processos produtivos da empresa, e de uma sistemática de melhoria contínua. À vista disso, uma das filosofias de negócio que busca o aumento de desempenho é o *Lean Manufacturing* (ANTUNES, 2007). Baseado no Sistema Toyota de Produção (STP), ele enfoca, a partir da ótica dos clientes nas ativida-

des básicas envolvidas no negócio, identificar os desperdícios a serem minimizados e os valores a serem maximizados (WOMACK, 1992). Este sistema é baseado na demanda dos clientes, para fluxos contínuos e sistemas puxados (OHNO, 1997).

Em paralelo a isso, a indústria global encontra-se em constante transformação incentivada pelo surgimento de novas tecnologias, cada vez mais evoluídas e ágeis (LASI *et al.* 2014). Em iniciativa do governo da Alemanha, criou-se um novo conceito no ramo industrial, denominado de Indústria 4.0, em referência a quarta revolução industrial (HOFMANN; RÜSCH, 2017). O termo Indústria 4.0 surgiu em 2011 na Feira de Hanover na Alemanha (SANDERS *et al.*, 2016). O objetivo principal desse novo conceito é a integração e controle da produção da fábrica a partir de máquinas e equipamentos conectados em rede, utilizando-se de *Cyber Physical Systems* (CPS), em conjunto com a inteligência artificial (SCHEER, 2015).

No que tange o assunto, destaca-se que a Indústria 4.0 é considerada o futuro modelo da produção, ou seja, novas tecnologias devem ser empregadas para integrar máquinas e humanos ao longo da cadeia de valor, compondo uma rede de entidades (plantas industriais) localizadas em posições geograficamente distribuídas (dispersas), e que devem fornecer serviços e produtos de forma autônoma (STRANDHAGEN, 2017). Ademais, para Hofmann e Rüschi (2017), o ambiente de Indústria 4.0, além de inteligente, aceita que toda fábrica se comunique por rede, ou seja, as máquinas e equipamentos do processo trocariam informações entre si ao longo das operações industriais, disponibilizando-as numa base de dados, sendo capazes de tomarem decisões de forma autônoma. Ainda, as unidades da mesma empresa, ou mesmo de empresas distintas, poderão trocar informações sobre compras e estoques, permitindo a otimização logística (HOFMANN; RÜSCH, 2017).

Assim, a Indústria 4.0 está relacionada com a eficiência, segurança, produtividade das operações e retorno do investimento, sendo que as principais tecnologias utilizadas nesse novo conceito são: *Internet of Things* (IoT), *Big Data* (BD), *Cyber Physical Systems* (CPS), com intuito de tornar a produção da fábrica mais eficiente, autônoma e customizável (STRANDHAGEN, 2017). Neste contexto, discutir de forma conjunta a relação entre as práticas da filosofia do *Lean Manufacturing* e os novos conceitos da Indústria 4.0, passa a ser um tema relevante para as empresas e para academia. De acordo com Martinez *et al.* (2016), após uma revisão da literatura, foram identificados que ambos os tópicos desenvolvem linhas de pesquisa separadamente, e como sugestão de trabalhos futuros seria importante iniciar um movimento de estudo relacionando aos benefícios mútuos dos dois tópicos.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo de caso, elencando os elementos do *Lean Manufacturing* que podem ser considerados potencializadores para

a consolidação dos conceitos da Indústria 4.0. Inclusive, quais os elementos que podem ser impactados e quais não são afetados pela mesma. Contribuindo para a literatura e as organizações sobre os caminhos necessários para a transição do *Lean Manufacturing* à Indústria 4.0.

Apresentada a contextualização e problemática desta pesquisa na seção 1, o restante do trabalho divide-se da seguinte forma. A seção 2 apresenta uma breve revisão da literatura acerca dos conceitos de *Lean Manufacturing* e Indústria 4.0. A Seção 3 o método de pesquisa. Os resultados se encontram na seção 4. Por fim, as considerações finais e sugestões de pesquisas futuras estão apresentadas na seção 5.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção apresentam-se conceitos sobre o *Lean Manufacturing* e a Indústria 4.0 visando oferecer ao leitor um *background* teórico.

### 2.1 *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing* pode ser descrito como uma abordagem de produção multifacetada que compreende uma variedade de práticas industriais, direcionadas para a identificação de processos de adição de valor a partir da competência do cliente e para possibilitar o fluxo desses processos na atração do cliente através da organização (WOMACK, 1992). Esse sistema evoluiu a partir do conceito do Sistema Toyota de Produção (STP), desenvolvido pelas iniciativas de Taiichi Ohno na Toyota Motor Company (OHNO, 1997). Ainda segundo Ohno (1997), o STP não é apenas um sistema de produção, mas um sistema gerencial adaptado aos mercados globais, cujo objetivo principal da fabricação é criar um fluxo simplificado de processos para criar os produtos acabados ao ritmo exigido pelo cliente, minimizando desperdícios.

Segundo Dennis (2016), a padronização do trabalho é uma das portas iniciais para que as melhorias aconteçam de forma gradual e natural. Somente processos padronizados e em constante análise podem ser melhorados. Um olhar crítico a todo o processo desta linha de tempo e da redução do trabalho que não agrega valor ao produto manufaturado, reflete-se em uma constante melhoria contínua. (SHINGO, 1996; SAVINO; MAZZA, 2015). Sendo assim, os desperdícios podem ser classificados como: a) superprodução; b) tempo de espera; c) transporte; d) processamento de pedido; e) estoque; f) movimentação; e, g) retrabalho. Esses desperdícios retiram percentuais da margem de lucro dos produtos e por vezes passam despercebidos no processo (NALLUSAMY, 2016). Consequentemente, formas simples, ou simplificadas de ver a operação, já reduzem as perdas.

Com uma revisão da literatura, Shah e Ward (2007) realizaram um estudo abrangente para identificar a estrutura dimensional da produção enxuta e desenvolver escalas confiáveis de significância. Para tanto, quantificaram a definição conceitual e a mensuração da produção enxuta em dez elementos: (I) *feedback* do fornecedor; (II) entregas *Just-In-Time* (JIT); (III) desenvolvimento de fornecedor; (IV) envolvimento do cliente; (V) produção puxada; (VI) fluxo contínuo; (VII) redução de tempo setup; (VIII) manutenção produtiva total; (IX) controle estatístico de processo; e, (X) envolvimento do funcionário. Inclusive, o trabalho de Shah e Ward (2007) fornece uma definição teórica para as práticas na Manufatura Enxuta. Esta definição de dez elementos inclui pessoas e elementos de processo, bem como fatores internos e externos, que apresentavam foco limitado nas pesquisas anteriores (DORA, *et al.*, 2013). Assim, estes dez elementos da Manufatura Enxuta foram utilizados como base desta pesquisa.

## 2.2 Indústria 4.0

Os principais conceitos da Indústria 4.0 foram apresentados pela primeira vez no ano de 2011, em uma Feira de Hanover na Alemanha (SANDERS *et al.*, 2016). No mesmo ano, o governo alemão incluiu o tema em uma iniciativa denominada “*High-Tech Strategy 2020 Action Plan*”. Após a iniciativa alemã, as replicações de estratégias para viabilizar essas transformações começaram a ser desenvolvidas em todo o mundo. Demonstrando a importância das transformações propostas para a inserção das indústrias mundiais nesse novo cenário econômico competitivo, emergido atualmente. (HARTWELL, 2017). As estratégias ganham variadas denominações, nos Estados Unidos com o programa *Advanced Manufacturing*, na Índia com o *Make in India*, na França com o *Industrie du Future*, na Suécia com o *Produktion 2030*, na China com o *Made in China 2025*, na Inglaterra com o *High Value Manufacturing* e no Japão com o *Innovation 2025 Program*.

Segundo Mrugalska e Wyrwicka (2017), atualmente não existe um conceito único para a Indústria 4.0. Este é definido como a integração de máquinas e dispositivos físicos com sensores em rede e *software*, usado para prever, controlar e planejar melhores resultados comerciais e sociais, ou um novo nível de valor, organização e gerenciamento de cadeias em todo o ciclo de vida dos produtos, ou, ainda, um termo coletivo para tecnologias e conceitos de organização da cadeia de valor. Cabe ainda ressaltar que a Indústria 4.0 é considerada a quarta Revolução Industrial, utilizando-se dos princípios dos *Cyber Physical Systems* (CPS), ou seja, *internet* e tecnologia orientadas para o futuro, e sistemas inteligentes com aprimoramento da interação homem-máquina. Isso permite identidade e comunicação para cada entidade no fluxo de valor por meio de TI, possibilitando a customização em massa no processo de fabricação (LASI *et al.*, 2014; POSADA *et al.*, 2015; VALDEZ *et al.*, 2015).

Nesse sentido, destaca-se que cada revolução econômica e industrial acarreta novos desafios e produz novas abordagens dentro das organizações (PEREZ, 2010). Por consequência, a quarta Revolução Industrial apresenta várias alterações, como: *Internet of Things* (IoT) (ISLÃ *et al.*, 2015), fábricas inteligentes (RASHID *et al.*, 2011), customização em massa (VIDOR *et al.*, 2015) e, recentemente, o conceito da Indústria 4.0 (LASI *et al.*, 2014). Tais alterações proporcionam novos modelos de negócio e de fabricação. Dentre esses conceitos, a Indústria 4.0 engloba um conjunto de sistemas sem fio, máquina autônomas, sistemas virtuais e outras tecnologias. Assim, a combinação de todas essas tecnologias na indústria abre o conceito de fábrica inteligente: “melhorar a produtividade na fabricação através de uma maior flexibilidade, simplificando as aquisições e análises de dados e gerando maior produção e reduzindo os custos de fabricação” (TEMPLE, 2016).

A Indústria 4.0 também considera a criação de uma melhor cooperação entre empresas, máquinas e parceiros de negócios, uma vez que influencia significativamente o ambiente de produção com alterações radicais na execução de operações. Ademais, em contraponto ao planejamento de produção baseado nas técnicas de previsão de vendas convencionais, a Indústria 4.0 possibilita a alteração e execução em tempo real dos planos de produção, juntamente com otimização dinâmica, elevando o grau de automação. As máquinas inteligentes sincronizam-se com toda a cadeia de valor, desde o pedido de compra de materiais até a entrega do produto ao cliente (SPATH *et al.*, 2013). Deste modo, as organizações acreditam nos benefícios da Indústria 4.0, uma vez que o processo é mais rápido e preciso, eficiente e seguro, reduzindo as taxas de erro e utilizando dados precisos, entre outras melhorias dentro desta revolução que permitem às empresas melhorias em seus resultados, reduzindo custos de produção com a flexibilidade de fabricação adicionada pela indústria 4.0 (BAUR; WEE, 2015).

### 3. MÉTODO

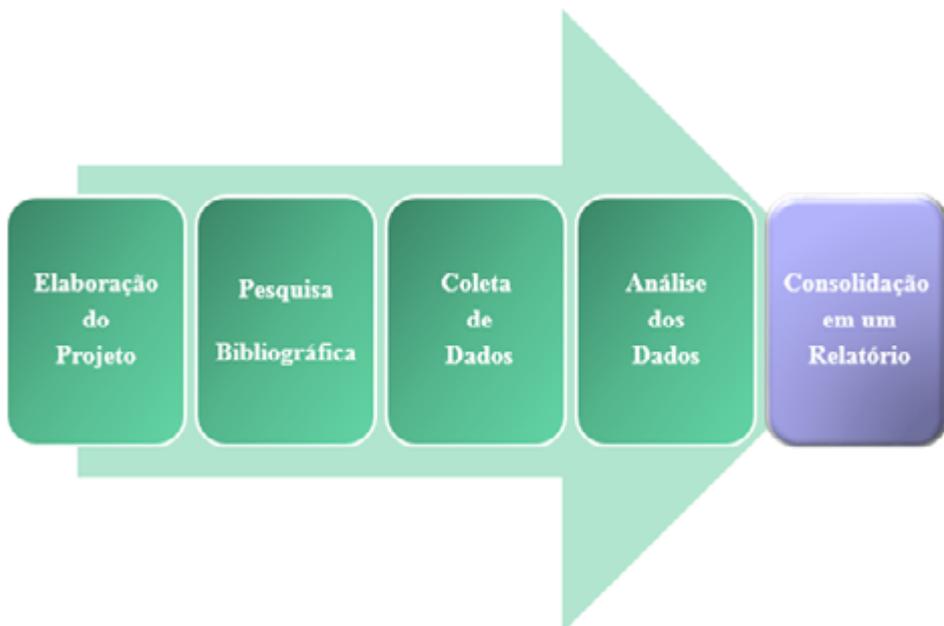
Segundo Roesch (1999), uma variedade muito rica de situações problemáticas apresenta-se nas organizações. Estas oportunidades ou problemas podem ser explorados e analisados de forma mais completa através de métodos e técnicas. A escolha do método adequado é fundamental para o sucesso da pesquisa. Ela é baseada em critérios que estão relacionados com o objetivo do trabalho. Destarte, segundo Yin (2001), a metodologia proposta para o presente estudo consiste em um estudo de caso.

Essa investigação ocorreu em uma situação onde existem distintas variáveis de interesse, baseando-se em múltiplas fontes de evidências com os dados convergidos em triangulação e beneficiando-se de um desenvolvimento prévio de proposições teóricas para a obtenção e a análise de dados. O método do estudo de caso foi conduzido por meio

de uma pesquisa de caráter exploratório, e a análise dos dados foi realizada mediante uma abordagem qualitativa (GIL, 1991). A coleta de dados teve início pela realização de uma pesquisa bibliográfica e documental (MIGUEL, 2007). Após, como forma de facilitar a realização da análise, foi adotada a técnica de grupo focal com especialistas da indústria metal mecânica (VERGARA, 2004). De posse de todos os dados coletados, foi efetuada uma análise crítica qualitativa (GREENHALGH; TAYLOR, 1997). Esta análise crítica foi realizada em função dos resultados obtidos com a aplicação de um modelo de avaliação utilizado durante a dinâmica de grupo focal. Ele foi elaborado com elementos que podem ser avaliados com notas de “0”, “5” ou “10”.

Os elementos com nota “0”, foram aqueles onde julgou-se que o conceito da Indústria 4.0 não apresenta impacto fomentador no *Lean Manufacturing*. Com nota “5”, aqueles com impacto fomentador moderado na Manufatura Enxuta. Com nota “10”, aqueles que exibem impacto fomentador significativo. Com isso, ao final do estudo, foi possível visualizar quais os elementos do *Lean Manufacturing* são significativamente ou moderadamente potencializados com o advento da implementação dos conceitos da Indústria 4.0, e aqueles que não são afetados, seguindo a perspectiva dos gestores das empresas estudadas no grupo focal. Assim sendo, o método de trabalho utilizado para o desenvolvimento deste projeto, foi executado conforme a Figura 1.

**Figura 1** – Método de trabalho.



Fonte: os autores (2019).

Na etapa 1, elaboração do projeto, foi apresentada a empresa objeto do estudo de caso, o tema ao qual se refere o trabalho, o escopo, os objetivos e a importância da pesquisa. Na etapa 2, pesquisa bibliográfica, foi realizado um estudo da literatura, com base em livros, artigos, teses e dissertações que tratam do Sistema Toyota de Produção e da Indústria 4.0, de forma a embasar a aplicação prática do trabalho. Na etapa 3, coleta de dados, foi organizada uma dinâmica de grupo focal com especialistas da indústria metal mecânica, objetivando discutir o impacto do conceito da Indústria 4.0 nas práticas do *Lean Manufacturing*. Na etapa 4, análise dos dados, foi elaborado um modelo de avaliação, como forma de facilitar o entendimento do impacto do conceito da Indústria 4.0 nas práticas do *Lean Manufacturing*. Por fim, na etapa 5, consolidação do trabalho em um relatório, foi estruturado um documento que formaliza a realização deste estudo.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação da dinâmica de grupo focal foi realizada em um único evento, com duração de duas horas, com a participação de 6 gestores de 6 empresas de diferentes, situadas no sul do Brasil, que possuem algum método *Lean* aplicado em sua gestão de produção, inclusive, todas deveriam ter projetos de consultoria, interno ou externo, em andamento para a aplicação dos conceitos da indústria 4.0 em sua fábrica. Salientando que todos os gestores possuem formação superior completa e conhecimentos na área de manufatura ou engenharia. As empresas foram escolhidas de modo aleatório, levando em consideração o atendimento dos requisitos citados anteriormente. Após a aplicação do método do grupo focal e obtenção das avaliações dos 10 pontos do *Lean Manufacturing* elencados anteriormente, apontaram-se os resultados apresentados na tabela 1.

**Tabela 1** – Resultados obtidos.

| Nº | Práticas de Manufatura Enxuta    | Avaliação |
|----|----------------------------------|-----------|
| 1  | Feedback do fornecedor           | 10        |
| 2  | Entrega JIT                      | 10        |
| 3  | Redução de tempo de setup        | 10        |
| 4  | Envolvimento do funcionário      | 10        |
| 5  | Desenvolvimento de fornecedor    | 5         |
| 6  | Envolvimento do cliente          | 5         |
| 7  | Produção Puxada                  | 5         |
| 8  | Manutenção produtiva total       | 5         |
| 9  | Fluxo contínuo                   | 0         |
| 10 | Controle Estatístico do processo | 0         |

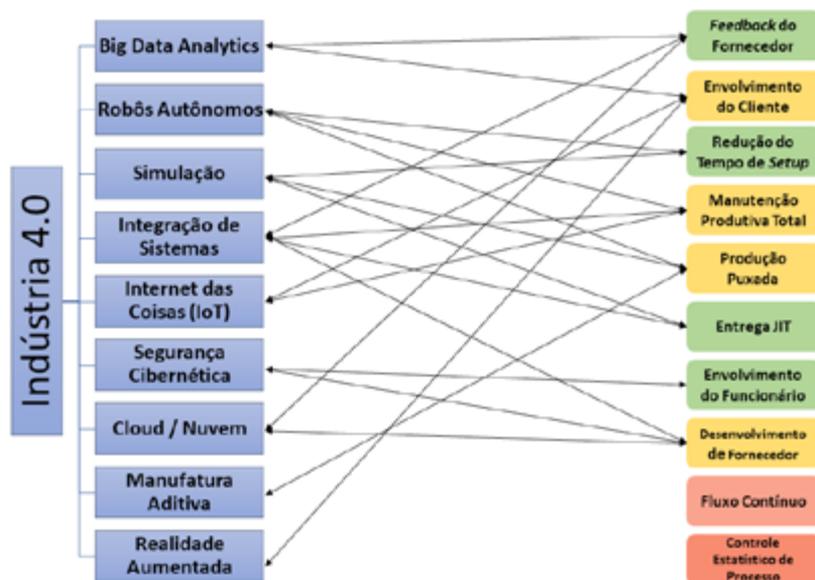
Fonte: Os autores (2019).

Segundo as respostas dos gestores no grupo focal, percebe-se que as práticas com maior potencial para adoção dos conceitos de gestão da Indústria 4.0 são: *feedback* do fornecedor, entrega JIT, redução de tempo de *setup* e envolvimento do funcionário. Práticas com potencial moderado: desenvolvimento de fornecedor, envolvimento do cliente, produção puxada e manutenção produtiva total. Enquanto que as práticas que não potencializam são: fluxo contínuo e controle estatístico do processo.

Quando foram realizados os *links* de integração entre as práticas da Manufatura Enxuta e os pilares da Indústria 4.0, observou-se a seguinte relação proposta pelo grupo focal:

- *Feedback* do fornecedor: relacionado com o *Big Data Analytics*, a Integração de Sistemas e com a *Cloud / Nuvem*;
- Entrega JIT: relacionada com a Simulação Computacional e com a Integração de Sistemas;
- Redução de tempo de *setup*: relacionado com Robôs Autônomos e Simulação Computacional;
- Envolvimento do funcionário: relacionado com a Segurança Cibernética;
- Desenvolvimento de fornecedor: relacionado a Integração de Sistemas, Segurança Cibernética e *Cloud / Nuvem*;
- Envolvimento do cliente: relacionado com *Big Data Analytics*, *Internet* das Coisas (IoT) e Realidade Aumentada;
- Produção puxada: relacionado com Robôs Autônomos, Simulação Computacional e Manufatura Aditiva;
- Manutenção produtiva total: relacionada com Robôs Autônomos, Integração de Sistemas e *Internet* das Coisas (IoT).

As práticas fluxo contínuo e controle estatístico de processo não receberam relações entre os conceitos de *Lean Manufacturing* e Indústria 4.0. Durante a aplicação do grupo focal, ficou claro que as empresas que já haviam estruturado a aplicação da metodologia *Lean* apresentam menor dificuldade na introdução relacionamento dos conceitos da indústria 4.0 em seu sistema, principalmente na estruturação do banco de dados do processo produtivo e na interação com fornecedores. Sabe-se também que outros fatores podem contribuir para uma aplicação deste porte, como capital disponível, tecnologia escolhida e escolha das lideranças do projeto. Com os resultados oriundos do grupo focal obtidos anteriormente, elaborou-se um *framework* na Figura 2 com a integração dos conceitos observados.

**Figura 2** – *Framework* de relacionamento entre o *Lean* e a Indústria 4.0

Fonte: os autores (2019).

## 5. CONCLUSÕES E PESQUISAS FUTURAS

É recomendável ressaltar as limitações para avaliação das análises. O próprio método de estudo de caso apresenta uma desvantagem quanto às suas conclusões e seus resultados, dificultando a generalização. Outro aspecto relevante refere-se a realização de apenas uma dinâmica de grupo focal, onde um número maior de sessões poderia ampliar a quantidade de informações obtidas na etapa de coleta de dados, e, conseqüentemente, tornar mais robusta as etapas de análise e conclusão. Por conseqüências, durante o desenvolvimento deste estudo, surgiram algumas recomendações que poderão servir de objeto para outras pesquisas que relacionem a Indústria 4.0 e a filosofia do *Lean Manufacturing*. Sugere-se avançar os estudos e realizar um trabalho de análise semelhante, porém com um grupo de especialistas acadêmicos para entendimento dos resultados em um contexto diferente.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil.

## Referências

- ANTUNES, Junico *et al.* **Sistemas de produção**: conceitos e práticas para projetos e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- BAUR, Cornelius; WEE, Dominik. Manufacturing's next act. **McKinsey Quarterly**, New York, jun. 2015. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/manufacturings-next-act#>
- DAGHFOUS, Abdelkader; AHMAD, Norita. User development through proactive knowledge transfer. **Industrial Management & Data Systems**, Bingley, v. 115, n. 1, p. 158-181, 2015.
- DENNIS, Pascal. **Lean Production simplified**: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Boca Raton: Crc press, 2016.
- DORA, Manoj *et al.* Application of lean practices in small and medium-sized food enterprises. **British Food Journal**, Bingley, v. 116, n. 1, p. 125-141, 2014.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.
- GREENHALGH, Trisha; TAYLOR, Rod. How to read a paper: Papers that go beyond numbers (qualitative research). **The BMJ**, London, v. 315, n. 7110, p. 740-743, 1997.
- HARTWELL, Ronald Max. **The Industrial Revolution and economic growth**. Abingdon: Taylor & Francis, 2017. v. 4.
- HOFMANN, Erik; RÜSCH, Marco. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. **Computers in Industry**, Amsterdam, v. 89, p. 23-34, 2017.
- ISLAM, S. M. Riazul *et al.* The internet of things for health care: a comprehensive survey. **IEEE Access**, Piscataway, v. 3, p. 678-708, 2015.
- LASI, Heiner *et al.* Industry 4.0. **Business & information systems engineering**, Wiesbaden, v. 6, n. 4, p. 239-242, 2014.
- LEE, Jay; KAO, Hung-An; YANG, Shanhu. Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. **Procedia Cirp**, Amsterdam, v. 16, p. 3-8, 2014.
- MARTINEZ, F.; JIRSAK, P.; LORENC, M. Industry 4.0. The end Lean Management. **International Days of Statistics and Economics**, Prague, v. 10, p.1189-1197, 2016.
- MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.
- MRUGALSKA, Beata; WYRWICKA, Magdalena K. Towards lean production in industry 4.0. **Procedia Engineering**, Amsterdam, v. 182, p. 466-473, 2017.
- NALLUSAMY, S. Lean manufacturing implementation in a gear shaft manufacturing company using value stream mapping. **International Journal of Engineering Research in Africa**, Baech, v. 21, p. 231-237, 2016.

OHNO, Taiichi. **Sistema Toyota de Produção** – Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PEREZ, Carlota. Technological revolutions and techno-economic paradigms. **Cambridge journal of economics**, Oxford, v. 34, n. 1, p. 185-202, 2010.

POSADA, Jorge *et al.* Visual computing as a key enabling technology for industrie 4.0 and industrial internet. **IEEE computer graphics and applications**, Piscataway, v. 35, n. 2, p. 26-40, 2015.

RASHID, M. Asif *et al.* ERP-communication framework: Aerospace smart factory & smart R&D campus. **International Journal of Computer Science and Information Security**, Pittsburgh, v. 9, n. 7, p. 116, 2011.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo; BECKER, Grace Vieira; MELLO, Maria Ivone de. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso. São Paulo: Atlas, 2000.

ROJKO, Andreja. Industry 4.0 concept: background and overview. **International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)**, Wien, v. 11, n. 5, p. 77-90, 2017.

SANDERS, Adam; ELANGESWARAN, Chola; WULFSBERG, Jens P. Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. **Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)**, Terrassa, v. 9, n. 3, p. 811-833, 2016.

SAVINO, M. M.; MAZZA, A. Kanban-driven parts feeding within a semiautomated O-shaped assembly line: a case study in the automotive industry. **Assembly Automation**, Bingley, v. 35, n. 1, p. 3-15, 2015.

SCHEER, A. W. Industry 4.0: from vision to implementation. **Whitepaper** - AWS-Institute, Saarbrücken, n. 9, 2015.

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of operations management**, Hoboken, v. 25, n. 4, p. 785-805, 2007.

SHINGO, Shigeo. **Sistema Toyota de Produção** – do ponto de vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SPATH, Dieter *et al.* Cyber-physical system for self-organised and flexible labour utilisation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRODUCTION RESEARCH (ICPR 22), 22., 2013, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Fapesp, 2013.

STRANDHAGEN, Jan Ola *et al.* Logistics 4.0 and emerging sustainable business models. **Advances in Manufacturing**, Basel, v. 5, n. 4, p. 359-369, 2017.

TEMPLE, N. The smart factory and the converging roles of IT, production and engineering. In: SMART IoT, 2016, London. **Performer [...]**. London: ExCel, 2016.

VALDEZA, André Calero *et al.* Reducing complexity with simplicity-usability methods for industry 4.0. In: TRIENNIAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION, 19., 2015, Melbourne. **Proceedings [...]**. Melbourne: IEA, 2015. p. 14.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 11 ed. São Pulo: Atlas, 2009.

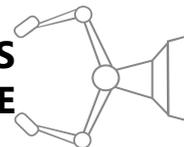
VIDOR, Gabriel *et al.* Critical characteristics for the implementation of mass-customized services. **European Business Review**, Bingley, v. 27, n. 5, p. 513-534, 2015.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **The machine that changed the world**. New York: Simon and Schuster, 1990.

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

ZEZULKA, František *et al.* Industry 4.0–An Introduction in the phenomenon. **IFAC-PapersOn-Line**, Amsterdam, v. 49, n. 25, p. 8-12, 2016.

# ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DE PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS DE *LEAN* E SUSTENTABILIDADE



**Paula de Souza Michelin**

Universidade Federal de Santa Catarina  
pauladesouza1604@gmail.com

**Antonio Cezar Bornia**

Universidade Federal de Santa Catarina  
cezar.bornia@gmail.com

**Recebido em:** 05/11/2019

**Aceito em:** 27/11/2019

**Resumo:** Este artigo objetiva analisar os artigos mais relevantes inerentes aos temas lean sob a ótica da sustentabilidade, identificando lacunas em relação a essas duas abordagens por meio de análise sistêmica. Com o propósito de atingir ao objetivo deste artigo, o instrumento de intervenção utilizado foi o ProKnow-C (Knowledge Development Process – Constructivist). A aplicação da metodologia resultou no banco de artigos brutos, formado por 1.231 artigos obtidos de cinco bases internacionais: Science Direct, EBSCO, Scopus, Scielo e ProQuest. O banco de artigos brutos foi filtrado em relação à redundância, ao alinhamento do título e à relevância científica. A referida filtragem deu origem ao conjunto de 22 pesquisas alinhadas aos dois eixos da pesquisa. A análise dos artigos selecionados permitiu a identificação do artigo mais citado, do autor proeminente, concluindo-se que o tema lean relacionado à sustentabilidade é estudado por diversas universidades e autores. Ademais, constatou-se que a palavra-chave mais presente nos artigos selecionados foi lean.

**Palavras-chave:** *Lean*; Sustentabilidade; Revisão bibliométrica.

**Abstract:** *This article aims to analyze the most relevant articles inherent to lean themes from the perspective of sustainability, identifying gaps in relation to these two approaches through systemic analysis. In order to achieve the objective of this article, the intervention instrument used was the ProKnow-C (Knowledge Development Process - Constructivist). The application of the methodology resulted in the raw article database, consisting of 1,231 articles obtained from five international databases: Science Direct, EBSCO, Scopus, Scielo and ProQuest. The database of raw articles was filtered for redundancy, title alignment and scientific relevance. This filtering resulted in a set of 22 researches aligned to the two research axes. The analysis of the selected articles allowed the identification of the most cited article by the prominent author, concluding that the theme lean related to sustainability is studied by several universities and authors. Moreover, it was found that the keyword most present in the selected articles was lean.*

**Keywords:** *Lean*; Sustainability; Bibliometric Review.

**Resumen:** Este artículo tiene como objetivo analizar los artículos más relevantes inherentes a los temas lean desde la perspectiva de la sostenibilidad, identificando brechas en relación con estos dos enfoques a través del análisis sistémico. Para lograr el objetivo de este artículo, el instrumento de intervención utilizado fue el ProKnow-C (Proceso de Desarrollo del Conocimiento - Constructivista). La aplicación de la metodología dio como resultado la base de datos de artículos en bruto, que consta de 1.231 artículos obtenidos de cinco bases de datos internacionales: Science Direct, EBSCO, Scopus, Scielo y ProQuest. La base de datos del artículo sin procesar se filtró por redundancia, alineación de títulos y relevancia científica. Este filtrado resultó en un conjunto de 22 investigaciones alineadas a los dos ejes de investigación. El análisis de los artículos seleccionados permitió la identificación del artículo más citado por el autor destacado, concluyendo que el tema lean relacionado con la sostenibilidad es estudiado por varias universidades y autores. Además, se encontró que la palabra clave más presente en los artículos seleccionados era magra.

**Palabras clave:** Lean; Sostenibilidad; Revisión bibliométrica.

## 1. INTRODUÇÃO

À medida que a estimativa da população mundial chega a 9 bilhões de pessoas para 2050 e os recursos não renováveis se tornam mais difíceis e caros de se obter todos os dias, empresas, governos e instituições precisam adotar a sustentabilidade como prioridade máxima. No entanto, isso é mais fácil dizer do que fazer (HENAO; SARACHE; GÓMEZ, 2019).

Há uma pressão crescente de partes envolvidas em toda a cadeia de valor, exigindo que a busca contínua de eficiência e competitividade não gere custo ou provoque prejuízo ao meio ambiente ou às condições sociais dos cidadãos (GUPTA, 2016). O paradigma *lean* não deve estar alinhado apenas aos objetivos organizacionais, como lucratividade e satisfação do cliente, mas também para superar desafios *green* e além de melhorar o desempenho ambiental (GOVINDAN *et al.*, 2015).

Os conceitos de *lean* e sustentabilidade passaram a ser cada vez mais presentes na literatura científica. Pesquisas evidenciam que há compatibilidade e sinergia entre eles, em primeiro lugar, porque a eliminação de resíduos irá beneficiar tanto as empresas quanto o meio ambiente (TĂUCEAN *et al.*, 2019).

Não obstante o crescente interesse em estudos que relacionem aos efeitos da manufatura enxuta sobre o desempenho, as pesquisas associando manufatura enxuta e sustentabilidade permanecem escassas (KOWANG *et al.*, 2016). Apreciando que essa temática é recente e de grande relevância, julga-se interessante verificar de forma abrangente como a literatura observa essa relação, bem como identificar as tendências nessa área de estudo (ALMEIDA; PICCHI, 2018).

Dentro deste contexto, o objetivo deste artigo é analisar os artigos mais relevantes inerentes aos temas *lean* sob a ótica da sustentabilidade, identificando lacunas em relação a essas duas abordagens por meio de análise sistêmica.

O trabalho apresenta, além dessa introdução, o fundamento teórico na seção 2, a metodologia na seção 3, análise dos resultados na seção 4 e, por fim, as conclusões na seção 5.

## 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

A filosofia *lean* é uma maneira de especificar valor ao processo produtivo, alinhá-lo no melhor fluxo das ações que o criam, executar as atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e de formato cada vez mais eficaz (WOMACK; JONES, 2004). O termo *lean* foi mencionado inicialmente no livro “*The Machine that Changed the World*”, publicado nos Estados Unidos na década de 90. A produção enxuta ou manufatura enxuta diz respeito ao paradigma de manufatura baseado na meta fundamental do Sistema Toyota de Produção, em que ser *lean* implica empenho contínuo para o alcance de um estado marcado por desperdício mínimo e fluxo máximo (TAPPING; SHUKER, 2010).

O conceito *lean* evoluiu como uma filosofia com o *slogan* “fazer mais com menos” e visa à eliminação de resíduos em todos os aspectos da indústria. Assim, acrescenta valor ao produto com uma abordagem sistemática e contínua (PAVNASKAR; GERSHENSON; JAMBEKAR, 2003).

Já o desenvolvimento sustentável pode ser definido como aquele que atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas (KORANDA *et al.*, 2012).

No tempo atual, a manufatura *lean* e *green* são as estratégias mais poderosas para aperfeiçoar as operações e alcançar excelência em serviços nas indústrias de manufatura. A manufatura enxuta está sendo amplamente praticada e implementada por diversas indústrias em muitas nações em todo o mundo para melhorar a produtividade e o desempenho operacional (PRASAD; KHANDUJA; SHARMA, 2016).

Por isso, *lean* e sustentabilidade são conceitos cada vez mais utilizados nas organizações, em todos os níveis. São utilizados em separado, em conjunto e de maneira complementar, cada vez mais como uma ferramenta única para diminuir o desperdício, sendo também um verdadeiro tema interdisciplinar de pesquisa (TĂUCEAN *et al.*, 2019).

Dessa forma, explica-se o crescimento da preocupação da métrica *lean* com a sustentabilidade, pois, além de abranger questões de melhoria no processo, envolve benefícios ambientais. Todavia, é importante a implementação e a gestão dos custos ambientais nas atividades *lean* para poder medir os valores envolvidos em todos os processos e colaborar com a tomada de decisão.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Processo para construção do referencial teórico

Define-se conhecimento científico aquele oriundo da investigação científica, por meio de seus métodos. Exibe um caráter provisório, tendo em vista que pode ser sucessivamente testado, enriquecido e reformulado. Ao começar uma pesquisa científica, admite-se que é um processo único, porquanto o pesquisador tem conhecimentos limitados no início da pesquisa, o que demanda sua participação (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012).

A mais disso, Tasca *et al.* (2010) descrevem que o procedimento de pesquisa científica inicia com a indicação do problema de pesquisa, que motiva a investigação por parte dos pesquisadores e faz com que procurem esclarecimentos acerca do respectivo problema.

Nessa linha, com a finalidade de construir um referencial teórico para atingir o objetivo do presente trabalho, o instrumento de intervenção utilizado foi o *Knowledge Development Process – Constructivist* (ProKnow-C) (ENSSLIN *et al.*, 2010).

Tal instrumento de intervenção para o desenvolvimento de um referencial teórico resulta num conjunto de artigos alinhados aos eixos da pesquisa e está segregado em quatro momentos: 1) seleção de artigos que proporcionará a revisão teórica; 2) análise bibliométrica dos artigos selecionados; 3) análise sistêmica dos artigos do portfólio e 4) elaboração de objetivos de pesquisa (ENSSLIN *et al.*, 2010).

Na análise bibliométrica são usados os artigos selecionados no portfólio bibliográfico para aferição do grau de relevância dos periódicos, do reconhecimento científico das pesquisas, dos autores e das palavras-chave utilizadas.

#### 3.2 Definição das palavras-chave e das bases de dados

A determinação das palavras-chave deste trabalho envolve dois eixos: metodologia *lean* e sustentabilidade. Estabeleceu-se a métrica *lean* como primeiro eixo, tendo em vista que se busca verificar como a referida metodologia é abordada sob o aspecto da sustentabilidade, a qual constitui o segundo eixo da pesquisa.

Dessa maneira, para a seleção das palavras-chave adequadas ao tema desta pesquisa, fez-se a leitura de artigos disponibilizados no Portal de Periódicos da Capes. Inicialmente a seleção foi feita com o uso das palavras-chave “*lean*” associada a “*sustainability*”. O Quadro 1 define as palavras-chave utilizadas na sequência.

**Quadro 1** – Palavras-chave da pesquisa

| <b>Lean</b>                           | <b>Sustentabilidade</b>                                     |
|---------------------------------------|---|
| <i>lean</i><br><i>lean production</i> | <i>sustainability</i><br><i>sustainable</i><br><i>green</i> |

Fonte: Autores.

A busca das palavras-chave nas bases definidas pode ser realizada individualmente ou em conjunto com outras palavras-chave, quando o tema abrange mais de um eixo de pesquisa, como é o caso.

Com o propósito de obter artigos alinhados com o tema *lean* sob a ótica da sustentabilidade, as palavras-chaves dos dois eixos compuseram as combinações utilizadas nas bases de dados. Estabeleceram-se seis combinações, quais sejam: “*lean and sustainability*”; “*lean and sustainable*”; “*lean and green*”; “*lean production and sustainability*”; “*lean production and sustainable*”; “*lean production and green*”.

Para a construção do portfólio bibliográfico, foram escolhidas as cinco bases de dados: *Science Direct*, *EBSCO*, *Scopus*, *Scielo* e *ProQuest*. Destarte, realizaram-se seis pesquisas em cada base de dados considerando as combinações de palavras-chave mencionadas previamente.

A pesquisa foi efetuada buscando artigos publicados em revistas científicas até agosto de 2019. A ausência de delimitação temporal é justificada, uma vez que se destina alcançar a literatura existente sobre a associação dos dois eixos. O total de 1.231 artigos encontrados passou a compor o banco de artigos brutos, conforme Tabela 1.

**Tabela 1** – Quantidade de artigos científicos encontrados nas bases de dados

| <b>Base de dados</b> | <b>Quantidade de artigos</b> |
|----------------------|------------------------------|
| Scopus               | 493                          |
| Science Direct       | 545                          |
| ProQuest             | 135                          |
| EBSCO                | 40                           |
| Scielo               | 18                           |
| <b>TOTAL</b>         | <b>1.231</b>                 |

Fonte: Elaborado pelos autores em 12 de agosto de 2019.

Os periódicos encontrados em cada uma das bases de dados foram transferidos para o *software EndNote X7*, de modo a promover a manipulação e o registro dos dados que servem de base para a construção do referencial teórico.

### 3.3 Filtragens do banco de artigos brutos

A filtragem foi dividida em quatro etapas: i) no que diz respeito à redundância; ii) quanto ao alinhamento do título; iii) em relação à relevância científica e iv) construção do referencial teórico (ENSSLIN *et al.*, 2010).

A primeira etapa do processo de filtragem do banco de artigos brutos compreende à análise de redundância. Verifica-se a existência de artigos duplicados que podem ter sido publicados em mais de uma das cinco bases de dados. Esse processo resultou na eliminação de 231 artigos.

Neste sentido a amostra não redundante foi composta de 1.000 artigos a serem analisados, obtendo-se na segunda etapa 102 artigos para compor o banco de artigos brutos com o título alinhado à metodologia *lean* sob a perspectiva da sustentabilidade.

Na sequência, os 102 artigos foram analisados no que diz cerne à representatividade científica (relevância), o que compreende a quantidade de citações e de periódicos relacionados ao tema do presente trabalho.

A terceira etapa da filtragem do banco de artigos destinou-se a averiguar a relevância científica dos artigos selecionados como critério de permanência destes no banco de artigos da pesquisa. A realização dessa análise foi feita por meio da ferramenta *Google Scholar*, a qual apresenta o número de citações de cada trabalho a partir do título. Após, foram estipulados 90% de citações para o corte dos artigos menos citados.

Do total de 102 artigos, selecionaram-se 35 artigos com maior número de citações e excluíram-se 67 por exibirem um número de citações menor aos 90% mais citados. Posteriormente, foi feita a leitura dos resumos (*abstracts*) dos artigos selecionados para verificação do alinhamento em relação à temática do presente estudo. Dos 35 artigos com maior reconhecimento científico, apenas 16 estavam alinhados com os dois eixos de pesquisa e estavam disponíveis.

Artigos publicados há menos de 2 anos foram analisados em separado (2017, 2018 e 2019), uma vez que não tiveram muito tempo para serem citados e, ainda, podem ser de autoria de algum pesquisador dos artigos com maior relevância científica (ENSSLIN *et al.*, 2010).

A quarta e última etapa consiste na união dos artigos relevantes com os artigos publicados há menos de 2 anos. Nesse momento, foram selecionados mais 6 artigos.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Análise bibliométrica

A bibliometria está segregada em cinco categorias de análise: reconhecimento científico, relevância dos autores, relevância dos periódicos e relevância palavras-chave mais usuais.

O reconhecimento científico dos artigos está delineado na Tabela 2, por meio da coluna Citações. Verifica-se o número de citações de cada artigo selecionado por meio do *Google Scholar*, configurando-se em um indicador de reconhecimento científico.

**Tabela 2** – Artigos selecionados para o portfólio bibliográfico

| Autor                                | Título   | Citações |
|--------------------------------------|--|----------|
| Lewis (2010)                         | Lean production and sustainable competitive advantage  | 642      |
| Hajmohammad <i>et al.</i> (2013)     | Lean management and supply management: their role in green practices and performance   | 254      |
| Garza-Reyes (2015)                   | Lean and green-a systematic review of the state of the art literature  | 207      |
| Pampanelli, Found e Bernardes (2014) | A Lean & Green Model for a production cell   | 161      |
| Kurdve <i>et al.</i> (2014)          | Lean and green integration into production system models - Experiences from Swedish industry   | 112      |
| Johansson e Sundin (2014)            | Lean and green product development: two sides of the same coin?  | 107      |
| Kumar <i>et al.</i> (2016)           | Barriers in green lean six sigma product development process: An ISM approach  | 72       |
| Helleno, Moraes e Simon (2017)       | Integrating sustainability indicators and Lean Manufacturing to assess manufacturing processes: Application case studies in Brazilian industry                         | 60       |
| Marhani <i>et al.</i> (2013)         | Sustainability Through Lean Construction Approach: A Literature Review   | 55       |
| Garza-Reyes <i>et al.</i> (2016)     | Lean and green in the transport and logistics sector – a case study of simultaneous deployment   | 49       |
| Caldera, Desha e Dawes (2017)        | Exploring the role of lean thinking in sustainable business practice: A systematic literature review   | 47       |
| Zhan <i>et al.</i> (2018)            | Green and lean sustainable development path in China: Guanxi, practices and performance  | 46       |
| Wu <i>et al.</i> (2015)              | The impact of integrated practices of lean, green, and social management systems on firm sustainability performance-evidence from Chinese fashion auto-parts suppliers | 40       |
| Prasad, Khanduja e Sharma (2016)     | An empirical study on applicability of lean and green practices in the foundry industry  | 37       |

| Autor                               | Título   | Citações |
|-------------------------------------|--|----------|
| Koranda <i>et al.</i> (2012)        | An investigation of the applicability of sustainability and lean concepts to small construction projects | 33       |
| Martinez, González e Fonseca (2009) | Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos                | 31       |
| Powell <i>et al.</i> (2017)         | Lean Six Sigma and environmental sustainability: the case of a Norwegian dairy producer                  | 27       |
| Zhu, Johnson e Sarkis (2018)        | Lean six sigma and environmental sustainability: A hospital perspective                                  | 8        |
| Ruben, Vinodh e Asokan (2018)       | Lean Six Sigma with environmental focus: review and framework  | 6        |
| Almeida e Picchi (2018)             | Relação entre construção enxuta e sustentabilidade   | 2        |
| Henao, Sarache e Gómez (2019)       | Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future challenges                             | 8        |
| Tăucean <i>et al.</i> (2019)        | Synergies between lean and sustainability: A literature review of concepts and tools                     | 2        |

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Observa-se que os 6 últimos artigos da Tabela 2 foram publicados no período de 2017 a 2019 foram os menos citados. Todavia, após a leitura integral, definiu-se que esses artigos estão alinhados com os eixos definidos na pesquisa e, portanto, devem compor o portfólio bibliográfico.

O portfólio bibliográfico foi formado por 22 artigos, de maneira que 16 artigos foram selecionados pelo critério de reconhecimento científico – número de citações – e os outros 6 foram selecionados pelo alinhamento aos eixos da pesquisa.

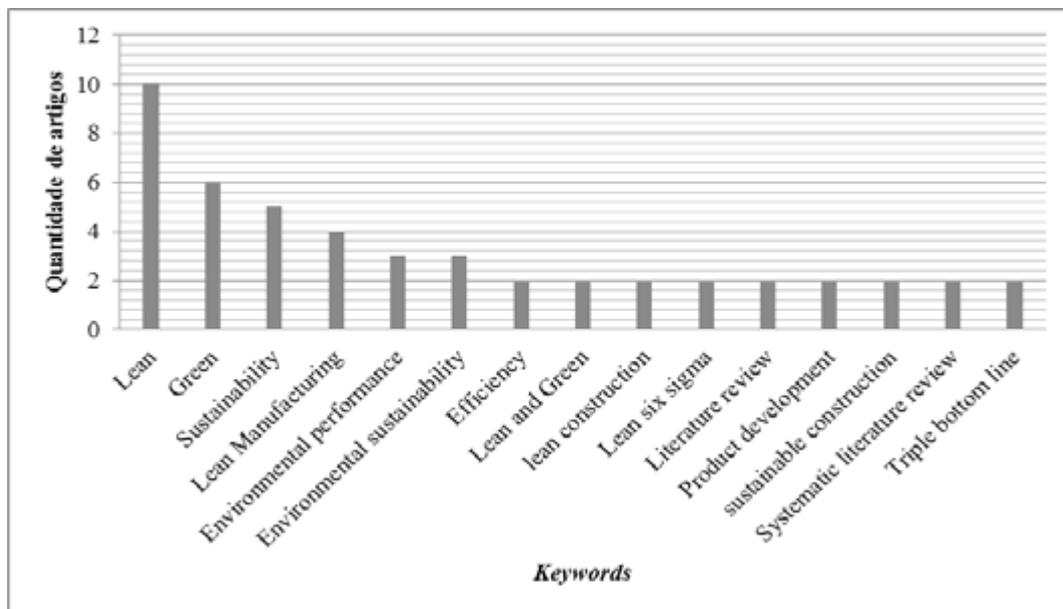
Assim sendo, identifica-se que o artigo mais citado foi o intitulado “*Lean production and sustainable competitive advantage*” de Lewis (2010), com 642 citações. Em segundo está o artigo com título “*Lean management and supply management: their role in green practices and performance*” de Hajmohammad *et al.* (2013), com 254 citações.

No que cerne à relevância dos autores, percebeu-se que apenas o autor Jose Arturo Garza-Reyes possui 2 artigos selecionados constantes do portfólio bibliográfico. Isso pode ser um indicativo de que o tema *lean* relacionado à sustentabilidade é estudado por universidades e pesquisadores diversos.

Também, o grau de relevância das revistas científicas foi alcançado pela análise da quantidade de artigos selecionados que cada periódico possui no portfólio bibliográfico. Dos 22 artigos, o periódico *Journal of Cleaner Production* tem destaque por possui 8 artigos, ou seja, 36,36% do portfólio. O periódico *Production Planning and Control* publicou dois artigos do portfólio, enquanto os demais publicaram apenas 1.

No que tange às palavras-chave mais utilizadas nos artigos do portfolio, a Figura 1 apresenta as palavras-chave que aparecem nos artigos mais de uma vez. Do total de 84 *keywords*, 15 foram utilizadas em mais de uma pesquisa.

**Figura 1** – Relação das palavras-chave mais utilizadas nos artigos do portfolio



Fonte: Elaborado pelos autores.

Efetivamente, a palavra-chave que mais se destaca é “*lean*”, presente em 10 artigos diferentes. Em seguida, a segunda palavra-chave mais usual foi “*green*”, utilizada em 6 trabalhos distintos.

## 4.2 Análise sistêmica

A análise sistêmica do presente trabalho está limitada à identificação de oportunidades de pesquisa apontadas pelos artigos de revisão de literatura de *lean* e sustentabilidade constantes no portfolio bibliográfico.

A fim de facilitar futuras pesquisas sobre a relação entre aspectos *lean* e ambientais, Garza-Reyes (2015) fez uma revisão abrangente da literatura sobre o estado atual da pesquisa acerca do assunto. Identificou que mais foco precisa ser dado à compatibilidade entre o *lean-green*, à integração de *lean* e *green* como uma abordagem consolidada, à integração do *lean-green* com outras abordagens, à proposta de um método/indicador de avaliação de desempenho *lean-green* e ao impacto *lean-green* no desempenho organizacional.

Caldera Desha e Dawes (2017) fizeram uma revisão da literatura com o objetivo explorar a relação da evolução entre os conceitos *lean* e *green*. A revisão demonstrou haver uma lacuna de conhecimento de um sistema extensivo para identificar soluções direcionadas para tipos diversos de impactos ambientais (por exemplo, resíduos sólidos, emissões de gases de efeito estufa, águas residuais) e métodos ou modelos enxutos apropriados para cada um deles. Indicaram como sugestões de pesquisa o desenvolvimento de um sistema holístico que explore caminhos para os princípios *lean* serem aumentados com conceitos de sustentabilidade, como fabricação de baixo carbono, química verde e *design* regenerativo. Acredita-se que o efeito sinérgico de tal paradigma *green* e *lean* melhoraria os resultados econômicos e ambientais de uma organização.

Powell *et al.* (2017) integraram as filosofias da construção sustentável, ou construção verde e construção *lean*. Constataram que muitas ferramentas devem ser feitas para obter os objetivos de uma sociedade sustentável, grande parte relacionadas ao redesenho de processos produtivos. Nesse contexto, espera-se que a integração *lean-green* seja um forte instrumento de impacto para a obtenção do que é conhecido como “eco-vantagem”, facilitando a concretização de projetos de construção sustentável.

Com o objetivo de prover uma síntese sobre como a literatura tem discutido a relação entre a construção enxuta e a sustentabilidade, Almeida e Picchi (2018) encontraram que os estudos que mencionam a relação na direção da sustentabilidade para a construção enxuta se dividem quanto a efeitos positivos e negativos. Os autores concluíram que a escassez de pesquisa com essa abordagem impossibilita concluir de que forma e em qual intensidade a aplicação de práticas e conceitos da sustentabilidade pode favorecer ou dificultar uma construção mais enxuta (ALMEIDA; PICCHI, 2018).

Henaó, Sarache e Gómez (2019) realizaram uma revisão sistemática da literatura, destacando a relação entre *lean manufacturing* (LM) e desempenho sustentável (DS). Os pesquisadores verificaram a necessidade do desenvolvimento de escalas de mensuração aceitas e difundidas para a sustentabilidade, de acordo com as demandas atuais e futuras das partes interessadas envolvidas. A integração de LM e sustentabilidade continua a ser um dos principais desafios na pesquisa atual de gerenciamento de operações (HENAO; SARACHE; GÓMEZ, 2019).

## 5. CONCLUSÕES

Este trabalho foi orientado pelo objetivo de analisar os artigos mais relevantes inerentes aos temas *lean* sob a ótica da sustentabilidade. Com o propósito de formar um referencial teórico sobre a temática, o instrumento de intervenção utilizado foi o

ProKnow-C (*Knowledge Development Process – Constructivist*) (ENSSLIN *et al.*, 2010). Desse modo, foi efetuada a construção de um portfólio bibliográfico e, sequencialmente, a análise bibliométrica dos artigos publicados até agosto de 2019.

A construção do portfólio compreendeu a análise de 1.231 artigos, reduzindo a uma seleção de 22 artigos alinhados com os eixos *lean* e sustentabilidade.

A análise bibliométrica do portfólio demonstrou que as revistas científicas mais destacadas que abordam acerca do referido tema são *Journal of Cleaner Production* e *Production Planning and Control*. Além do mais, apenas 1 pesquisador do portfólio bibliográfico teve dois artigos selecionados. No que diz respeito às palavras-chave a serem utilizadas em pesquisa com os dois eixos são *lean* e *green*.

As limitações potenciais desta pesquisa foram: i) delimitação amostral, uma vez que neste artigo foram utilizadas apenas cinco bases de dados; ii) seleção apenas de trabalhos internacionais; e iii) utilização apenas de periódicos para construção do portfólio bibliográfico.

Para trabalhos futuros, recomenda-se: i) identificar as lacunas existentes entre as abordagens de *lean* e sustentabilidade; ii) buscar em outras bases de dados integrantes do portal da Capes; iii) considerar banco de dados nacionais; iv) acrescentar outra fonte de pesquisa como teses, dissertações, livros e anais de eventos científicos, entre outros.

## Referências

ALMEIDA, E. L. G.; PICCHI, F. A. Relação entre construção enxuta e sustentabilidade. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 91-109, 2018.

CALDERA, H. T. S.; DESHA, C.; DAWES, L. Exploring the role of lean thinking in sustainable business practice: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v. 167, p. 1546-1565, 2017.

ENSSLIN, L. *et al.* **ProKnow-C, Knowledge Development Process - Constructivist**: processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil: [s.n.], 2010.

GARZA-REYES, J. A. Lean and green – a systematic review of the state of the art literature. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v. 102, p.18-29, 2015.

GOVINDAN, K. *et al.* Lean, green and resilient practices influence on supply chain performance: interpretive structural modelling approach. **Int. J. Environ. Sci. Technol.**, Berlin, v. 12, p. 15-34, 2015.

GUPTA, S. M. Lean manufacturing, green manufacturing and sustainability. **Journal of Japan Industrial Management Association**, Shinjuku v. 67, p. 102-105, 2016.

HAJMOHAMMAD, S. *et al.* Lean management and supply management: their role in green practices and performance. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v. 39, p. 312-320, 2013.

HENAO, R.; SARACHE, W.; GÓMEZ, I. Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future challenges. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v. 208, p. 99-116, 2019.

KORANDA, C. *et al.* An investigation of the applicability of sustainability and lean concepts to small construction projects. **KSCE Journal of Civil Engineering**, Berlin, v. 16, n. 5, p. 699-707, 2012.

KOWANG, T. O. *et al.* Lean six sigma sustainability framework: a case study on an automotive company. **Asian Journal Science Research**, Dubai, v. 9, p. 279-283, 2016.

LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Contribuições à gestão estratégica de organizações quando analisados na visão de seu desempenho. **Revista eletrônica de gestão organizacional**, Recife, v. 2, n. 9, p. 327-362, 2012.

LEWIS, M. Lean production and sustainable competitive advantage. **International Journal of Operations & Production Management**, Bingley, v. 20, n. 8, p. 959-978, 2000.

PAVNASKAR, S. J.; GERSHENSON, J. K.; JAMBEKAR, A. B. Classification scheme for lean manufacturing tools. **International Journal of Production Research**, Abingdon, v. 41, n. 13, p. 3075-3090, 2003.

POWELL, D. *et al.* Lean Six Sigma and environmental sustainability: the case of a Norwegian dairy producer. **International Journal of Lean Six Sigma**, Bingley, v. 8, n. 1, p. 53-64, 2017.

PRASAD, S.; KHANDUJA, D.; SHARMA, S. K. An empirical study on applicability of lean and green practices in the foundry industry. **Journal of Manufacturing Technology Management**, Bingley, v. 27, n. 3, p. 408-426, 2016.

TASCA, J. *et al.* An approach for the strategic management process. **Decision support systems**, Amsterdam, v. 33, p. 71-85, 2012.

TAPPING, D.; SHUKER, T. **Lean Office: gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas-8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias Lean nas áreas administrativas**. São Paulo: Editora Leopardo, 2010.

TĂUCEAN, I. M. *et al.* Synergies between lean and sustainability: A literature review of concepts and tools: Acces la success acces la success. **Calitatea**, Bucharest, v. 20, n. 1, p. 559-564, 2019.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

# O *BALANCED SCORECARD* E SUAS PERSPECTIVAS APLICADOS EM UMA INCUBADORA



## **Matheus Viegas de Campos Camacho**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
matheus.camacho@gmail.com

## **Patrícia da Silva Santana**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
paatysantana13@gmail.com

## **Priscila Regina Ribeiro Bueno**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
prirrbueno@gmail.com

## **Elismar Verissimo de Siqueira**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
presidentesiqueira@gmail.com

## **Diego Rorato Fogaça**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
fogaca.diego@gmail.com

**Recebido em:** 14/11/2019

**Aceito em:** 02/03/2020

**Resumo:** O presente artigo tem como objetivo elaborar a proposta de um *Balanced Scorecard* para uma Incubadora mista de empresas localizada Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Para tal foi realizado uma pesquisa exploratória, por meio de visitas técnicas, entrevista semiestruturada com a gestora da organização, análise de documentos, apoiados em conceitos de gestão organizacional, sendo possível analisar a sua estratégia a partir da missão, visão e valores. Com isso foram elaborados objetivos, indicadores, metas e iniciativas para cada uma das perspectivas abordadas no BSC. Com essas informações foi desenvolvido um mapa estratégico relacionando os objetivos de cada perspectiva. Desse modo, observa-se que a organização contém ações importantes a serem realizadas para a melhoria de sua gestão. As soluções elaboradas foram apresentadas à gestora da incubadora e parte das ações estratégicas foram aceitas para aplicação.

**Palavras-chave:** *balanced scorecard*; gestão estratégica; incubadora de empresas.

**Abstract:** *This article aims to elaborate the proposal of a Balanced Scorecard for a mixed incubator of companies located in Campo Grande, Mato Grosso do Sul. For this, an exploratory research was conducted, through technical visits, semi-structured interview with the organization's manager, document analysis, supported by organizational management concepts, and it is possible to analyze its strategy from the mission, vision and values. Thus, objectives, indicators, goals and initiatives were prepared for each of the perspectives addressed in the BSC. With this information, a strategic map was developed relating the objectives of each perspective. Thus, it is observed that the organization contains important actions to be taken to improve its management. The elaborated solutions were presented to the incubator manager and part of the strategic actions were accepted for application.*

**Keywords:** *balanced scorecard*; gestión estratégica; incubadora de empresas.

**Resumen:** *Este artículo tiene como objetivo elaborar la propuesta de un Balanced Scorecard para una incubadora de empresas ubicada en Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Fue realizada una investigación exploratoria, a través de visitas técnicas, entrevistas semiestructuradas con el gerente de la organización, análisis de documentos, respaldado por conceptos de gestión organizacional, y fue posible analizar su estrategia desde la misión, visión y valores. Así, se prepararon objetivos, indicadores, metas e iniciativas para cada una de las perspectivas abordadas en el BSC. Con esta información se desarrolló un mapa estratégico que relaciona los objetivos de cada perspectiva. Por lo tanto, se observa que la organización contiene acciones importantes que deben tomarse para mejorar su gestión. Las soluciones elaboradas se presentaron al gerente de la incubadora y parte de las acciones estratégicas fueron aceptadas para su aplicación.*

**Palabras clave:** *balanced scorecard*; gestión estratégica; incubadora de empresas.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento do Terceiro Setor, especialmente para as Organizações Não Governamentais (ONGs), amplia os desafios de captação de recursos para execução de suas atividades, assim como a sua própria sobrevivência. A obtenção de recursos não exclusivamente financeiros define-se como a maneira de realizar a missão de uma entidade, aplicando projetos e programas de órgãos do Terceiro Setor, e apresenta um grupo de técnicas com a finalidade de potencializar e organizar a busca de recursos (TACHIZAWA, 2014).

Dentro ainda deste setor, encontramos uma crescente classe de organizações. As incubadoras destacam-se pelo fomento à inovação e empreendedorismo, e têm como propósito a produção de empresas de sucesso, em contínuo desenvolvimento além de se tornarem financeiramente viáveis e competitivas em seu mercado, diminuindo o risco de mortalidade (DORNELAS, 2002).

O foco de uma organização é oferecer soluções em forma de produto ou serviço (DAFT, 2004). Deste modo é necessário estabelecer a missão, visão e valores para organizações de maneira a construir o plano de ação delas. É muito importante a existência de um planejamento estratégico para cada grande área a fim de conquistar as metas or-

organizacionais propostas. O planejamento estratégico, assim como sua implementação, apresentam grandes dificuldades, mesmo quando estão claras as metas da organização (THOMPSON; STRICKLAND, 2004).

O objetivo do presente trabalho é propor um *Balanced Scorecard* (BSC) em uma Incubadora de uma Universidade no Mato Grosso do Sul. Pretende-se levantar objetivos e metas organizacionais nas quatro perspectivas abordadas pela ferramenta de gerenciamento e, a partir daí, recomendar melhorias estratégicas na gestão da incubadora.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Estratégia

A estratégia é um plano de ação, uma diretriz que é utilizada de forma a identificar os temas que destacam a importância da organização. Um modelo de ação resultante de planejamento. (MINTZBERG; AHLSTRAND; LAMPEL, 2009)

Segundo Thompson e Strickland (2000), a missão é onde a empresa está, analisando o porquê de sua existência e quais atividades ela pretende exercer. Define-se, portanto, qual sua área de atuação e onde seus recursos serão alocados para se atingir o sucesso. Por outro lado, a visão estabelece aonde a empresa deseja chegar em um determinado horizonte de tempo, ou seja, norteia as ações que a empresa precisa empreender em direção a um objetivo comum.

Os valores de uma organização são as crenças, características e normas comportamentais transmitidas pelos colaboradores com o decorrer dos negócios da organização e atuam como base da cultura da empresa.

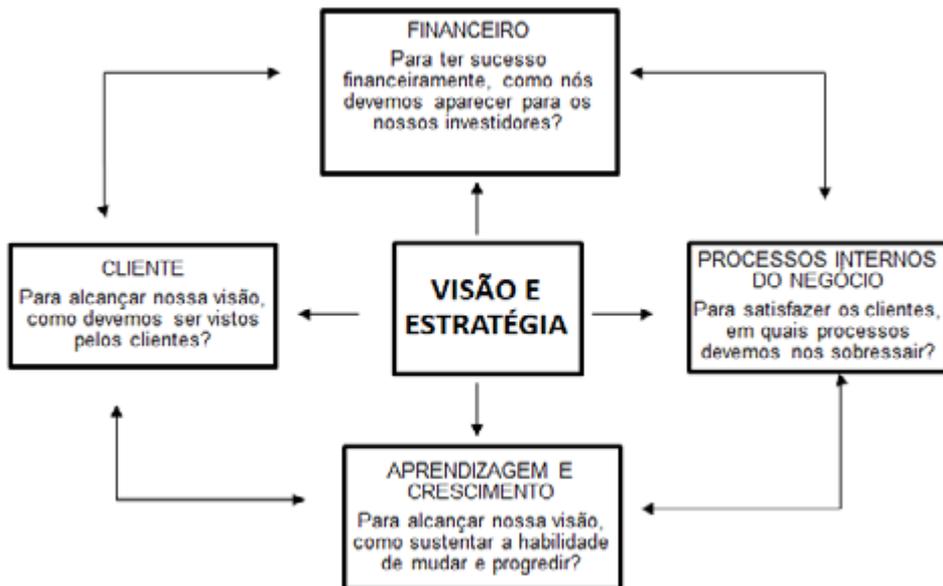
### 2.2 *Balanced Scorecard* (BSC)

Devido à necessidade de medição e gestão de desempenho, Kaplan e Norton (2006) desenvolveram uma metodologia através de um projeto conhecido como *Balanced Scorecard*. Essa metodologia pode ser aplicada também em pequenas empresas, desde que elas tenham a estratégia, missão, visão e valores bem estruturados (MARCHESAN NETO, 2002).

O objetivo da metodologia de gestão BSC é estipular a conexão entre o planejamento estratégico e as atividades operacionais da empresa por meio da análise do de-

sempenho da empresa e do *feedback* contínuo sobre a estratégia. O BSC permite que o gestor compreenda os objetivos estratégicos e, a partir deles, defina as ações estratégicas que devem ser tomadas. O *Scorecard* cria um sistema para manter a missão e a estratégia interligadas (Figura 1) e se utiliza de indicadores para expor aos stakeholders a situação atual da empresa e os objetivos futuros (KAPLAN; NORTON, 2006).

**Figura 1** – As 4 perspectivas do BSC e sua ligação com a estratégia



Fonte: Kaplan e Norton (2006).

Para essa mensuração, é feita a análise de quatro perspectivas estratégicas: financeira, dos clientes, dos processos internos e do aprendizado e crescimento que são utilizadas para equilibrar os objetivos de curto e longo prazo.

A perspectiva financeira avalia se a estratégia estipulada pela empresa é eficiente e eficaz, sendo constatado através do retorno do capital, proporcionando um aumento da lucratividade (KAPLAN; NORTON, 2006). O objetivo dessa perspectiva é mostrar se as escolhas estratégicas implementadas por uma organização estão contribuindo para a elevação do valor de mercado da empresa, para a geração de valor econômico e proporcionando aumento da riqueza dos acionistas e demais stakeholders (HERRERO, 2005).

A perspectiva do cliente detecta o segmento de mercado e cliente em que a empresa irá competir. Dentro dessa perspectiva, analisa-se a satisfação do cliente, sua prospecção e retenção, e sua lucratividade. Além da participação do consumidor, pode-se va-

lorizar a rapidez da produção e a pontualidade das entregas (KAPLAN; NORTON, 2006). O valor do cliente pode ser obtido através da visão em que o cliente tem da organização, que afetará diretamente em seus desejos e conseqüentemente, sua satisfação (HERREIRO, 2005).

A perspectiva dos processos internos está voltada para a prospecção e retenção de clientes, de forma a organizar os processos gerenciais que causará uma reação positiva sobre os clientes (KAPLAN; NORTON, 2006). O enfoque irá além dos métodos tradicionais, voltados aos processos existentes e passará a identificar novos processos a fim de alcançar o sucesso financeiro e dos clientes.

A última perspectiva, de aprendizado e crescimento, identifica as bases da organização, em que a empresa deve elaborar para alcançar o objetivo, gerando crescimento e melhorias a longo prazo. A empresa deve estudar qual melhor estrutura organizacional irá adotar para que consiga atingir o sucesso, contemplando a capacidade de aprendizado e habilidade dos funcionários, os sistemas de informação e processo de P&D (KAPLAN; NORTON, 2006).

## 2.3 Objetivos, indicadores e metas

Os objetivos são referências para que o desempenho seja alcançado (THOMPSON; STRICKLAND, 2000). Estabelecê-los têm o intuito de focar as metas em ações práticas, a fim de medir o aperfeiçoamento da empresa. Ou seja, eles irão mensurar o desempenho da empresa decorrentes da sua missão, visão e valores. Os indicadores devem ser quantificados e verificados. São ferramentas que servem de apoio à empresa, proporcionando informações sobre processos, identificando problemas e podendo controlar a qualidade da produtividade (HIKAGE; SPINOLA; LAURINDO, 2006).

As metas são os primeiros passos para a aplicação do *Scorecard*: por meio delas serão indicadas as necessidades de mudanças. Elas causam uma ruptura no desenho de uma operação, servindo para impulsionar os objetivos nas quatro perspectivas do BSC.

As metas devem comunicar mudanças futuras, em média de 3 a 5 anos. Para isso, dentro de uma organização, são analisados investimentos estratégicos, pesquisas de mercado, produtos e serviços inovadores, reciclagem de funcionários e melhores sistemas de informação para que futuramente as metas sejam alcançadas (KAPLAN; NORTON, 2006).

## 2.4 Mapa estratégico

Mapas estratégicos apresentam a execução da estratégia como um todo, facilitando a determinação e a análise do gerenciamento dos objetivos e indicadores. É uma representação visual dos objetivos da organização nas quatro perspectivas, correlacionando os resultados com os objetivos almejados nas perspectivas (KAPLAN; NORTON, 2006).

Ele descreve o processo traçando um referencial para a elaboração e gerenciamento da estratégia, por meio da transformação de ativos intangíveis em resultados palpáveis para os clientes, a fim de melhorar a qualidade de serviços e produtos, proporcionando vantagem competitiva (STORCH; NARA; STORCH, 2004).

## 3. MÉTODOS

A pesquisa teve caráter qualitativo. Realizou-se uma pesquisa exploratória por meio de visitas técnicas com observação direta, entrevista semiestruturada com a gestora da organização e análise de documentos, como o Manual de Processos da Incubadora. O método empregado foi a entrevista semiestruturada seguindo cada perspectiva do BSC, abordando cada uma e identificando os objetivos definidos pela organização. As entrevistas foram realizadas nos meses de outubro e novembro de 2018 com a Chefe de Divisão e gerente da incubadora. Foram necessárias duas reuniões de quarenta minutos cada para coletar todos os objetivos pretendidos pela incubadora. A primeira reunião abordou as perspectivas “financeira” e “dos clientes” e a segunda abordou “processos internos” e “aprendizagem e crescimento”. Foi realizada uma visita técnica guiada por um estagiário, possibilitando observações diretas sobre delegações de tarefas e estrutura organizacional, favorecendo diversidade de visões e alinhamento de informações. A estratégia de coleta e análise de informações em grupo serve muito bem para aumentar embasamento teórico, além de proporcionar maior veracidade nas conclusões apresentadas (SILVA *et al.*, 2010). Como a incubadora passa por um processo de certificação, foi possível que os gestores validassem os objetivos com os requisitos exigidos nessa certificação.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

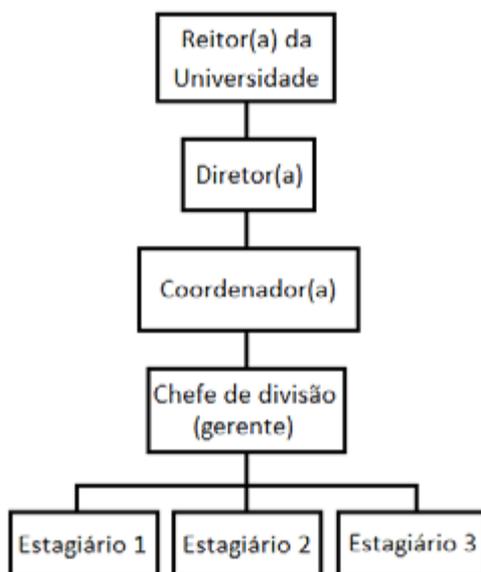
### 4.1 Caracterização da unidade de análise

A incubadora em estudo é um programa de incubação sem fins lucrativos, viabilizado por uma universidade de Mato Grosso do Sul, que apoia empreendimentos inovadores de base tecnológica, voltados para a vocação do estado de Mato Grosso do Sul. Ela é considerada uma das principais do Estado e atende empresas e projetos focados em inovação e tecnologia, oferecendo suporte inicial para o desenvolvimento de empreendimentos.

Ela foi criada no ano de 2002 e regulamentada no ano de 2011. Sua infraestrutura é composta por seis módulos administrativos, cinco laboratórios de produção, além de sala de reunião, secretaria/recepção e copa/cozinha. A utilização da infraestrutura inclui também energia elétrica, água e telefone, além da possibilidade de utilização de laboratórios da universidade.

Quanto à estrutura organizacional, a Incubadora possui uma estrutura simples (Figura 2).

**Figura 2** – Organograma da Incubadora



Fonte: Autores (2019).

A organização não possui uma definição de tarefas muito clara, uma vez que diferentes papéis são executados pela mesma pessoa. A chefe de divisão, por exemplo,

cuida das áreas financeira, RH e marketing. Os estagiários também não possuem uma única área de atuação, sendo um ponto no qual a organização está se aprimorando para que haja melhor direcionamento das atividades exercidas por eles.

Por outro lado, a organização possui uma estratégia clara, com missão, visão e valores bem definidos. A principal característica da incubadora é proporcionar a novas empresas e empreendimentos em estágio inicial o suporte necessário para o seu desenvolvimento, ou seja, disponibilizar espaço para produção de seus produtos, atendimento a clientes, além de viabilizar capacitação e monitoramento para uma gestão saudável e permanente.

#### 4.1.1 Visão estratégica da organização

Missão: “Apoiar empreendimentos inovadores em todos os seus estágios de incubação aliando o conhecimento da Universidade e da Comunidade para a transformação da Ciência e Tecnologia em produtos e serviços com alto valor agregado”

Visão: “Ser autossustentável, prospectando empreendimentos inovadores para o estabelecimento da Incubadora como agente de desenvolvimento científico e tecnológico no País”

Valores: Trabalho colaborativo; Ética e transparência; Comprometimento; Sustentabilidade e Inovação.

A missão e visão foram desenvolvidas com foco na atuação do apoio aos empreendedores, que já acontece no estado no Mato Grosso do Sul, tendo em vista as realizações previstas para fora do estado e conquistas financeiras. Como a visão é de longo prazo, existe uma maior necessidade de direcionamento de meta temporal, que não está presente e seria importante para saber quando os aspectos da visão devem ser revisados.

Essa visão estratégica pode ser encontrada em forma de banner e pôsteres em vários lugares estratégicos da organização. No site, a missão, visão e valores também são encontradas juntamente com uma breve caracterização da incubadora.

## 4.2 Desenvolvimento do *Balanced Sbacorecard*

De acordo com cada perspectiva do BSC e as informações obtidas no contato com a organização, relacionaram-se os objetivos, seus respectivos indicadores e metas estabelecidas.

#### 4.2.1 Perspectiva financeira

É muito importante antes de desenhar os objetivos financeiros da empresa, entender seu processo de captação de recursos, seus ideais e necessidades. A incubadora, tem como principal meta a conquista da autossustentabilidade financeira e ser reconhecida como uma empresa.

Atualmente a empresa é dependente financeiramente de recursos da universidade, cenário que pretende ser mudado com a captação de recursos (investidores) advindos de outras instituições. As empresas incubadas, de acordo com a fase de maturação em que ela está inserida, pagam uma taxa proporcional mensal pelo apoio e suporte recebido. No Quadro 1 estão dispostos os objetivos, indicadores e metas para essa perspectiva.

**Quadro 1** – Proposta de perspectiva financeira para a incubadora

| Perspectiva | OBJETIVOS   | INDICADORES  | METAS  |
|-------------|---|--|--|
| FINANCEIRA  | Aumentar a captação de recursos advindos de fomento ou investimento de instituições parceiras da Universidade | Total anual de recursos captados por canais desvinculados a Universidade | Aumentar em 50% o volume anual de recursos captados no ano de 2019                       |
|             | Aumentar a sustentabilidade financeira  | Volume de recursos próprios faturados no ano                             | 85% de crescimento anual   |
|             | Aumentar o faturamento bruto das incubadas  | Faturamento bruto das incubadas  | Aumento de 30% no faturamento bruto das incubadas  |
|             | Aumentar o desenvolvimento econômico regional   | Número de postos de trabalho gerados pelas empresas incubadas            | Aumentar em 30% o número de postos de trabalho gerados pelas empresas incubadas até 2021 |

Fonte: Autores (2018).

#### 4.2.2 Perspectiva de clientes

A incubadora busca sensibilizar e prospectar o máximo possível de potenciais empreendedores por meio de participação em eventos como o Startup Weekend e capacitação de docentes e discentes em empreendedorismo. A definição das empresas incubadas acontece por meio de processo seletivo que tem etapas eliminatórias no edital: a inscrição da caracterização da empresa, análise documental, qualificação em CANVAS e avaliação por banca. As empresas que são aceitas em todas as fases do processo assinam um termo de incubação e passam a ser orientadas pela incubadora por um período de 3 anos para sua graduação.

Uma das dificuldades encontradas pelo programa é a evasão de incubados, já que existe uma alta taxa de desistência antes de se atingir a graduação. Tal fato é um foco para ações de mudança. A proposta desta perspectiva está contida no Quadro 2.

**Quadro 2** – Proposta de perspectiva dos clientes para a incubadora

| Perspectiva     | OBJETIVOS  | INDICADORES   | METAS  |
|-----------------|--|---|--|
| <b>CLIENTES</b> | Aumento na prospecção de público alvo  | Número de pessoas prospectadas por edital   | Crescimento de 80% por edital  |
|                 | Aumento do número de propostas no Processo Seletivo                          | Porcentagem de propostas enviadas em relação ao ano anterior  | Aumento de 50% no número de propostas enviadas   |
|                 | Aumento da taxa de sucesso   | Porcentagem entre graduados por número de incubados ingressantes no mesmo edital                        | Aumento de 50% no número de graduados  |
|                 | Direcionar mais atenção aos incubados  | Quant. de atividades com envolvimento das Empresas Incubadas pelo número de atividades do ano interior  | Aumentar em 30% o número de atividades voltadas aos incubados no ano de 2019                     |
|                 | Atrair mais projetos de alunos Universidade para incubação e <i>spin-off</i> | Número de projetos de pesquisadores/alunos da Universidade prospectados em relação ao total de projetos | Aumentar em 5% o número de projetos de pesquisadores/alunos da Universidade prospectados em 2019 |

Fonte: Autores (2018).

#### 4.2.3 Perspectiva dos processos internos

Os processos internos estão ligados às diversas atividades realizada pela empresa para seu bom desenvolvimento, com isso é necessário identificar as maiores necessidades de melhorias nos processos para aperfeiçoamento e crescimento da empresa.

A incubadora possui um organograma pouco horizontalizado e tarefas que não são bem definidas, o que causa transtornos e problemas nos processos internos, como alta taxa de atrasos e alta rotatividade de colaboradores e incubados.

Em busca de uma melhor gestão e padronização dos processos gerenciais da organização, será iniciada a implementação do modelo de boas práticas do Centro de Referência para Apoio a Novos Empreendimentos (CERNE), que visa promover a melhoria dos resultados das incubadoras de diferentes setores de atuação. Visualiza-se esta perspectiva no Quadro 3.

**Quadro 3** – Proposta de perspectiva dos processos internos para a incubadora

| Perspectiva               | OBJETIVOS                         | INDICADORES  | METAS   |
|---------------------------|-----------------------------------|--|---|
| <b>PROCESSOS INTERNOS</b> | Otimizar delegação de tarefas     | Total de colaboradores com tarefas bem definidas pelo total de colaboradores | 100% dos colaboradores com tarefas bem definidas        |
|                           | Melhorar cumprimento de prazos    | Porcentagem de tarefas cumpridas dentro do prazo                             | 90% de tarefas cumpridas dentro do prazo                |
|                           | Implantar metodologia CERNE       | Taxa de práticas implantadas   | Implantar 100 das práticas CERNE 1 até março de 2019    |
|                           | Aumentar a ocupação da incubadora | Número de módulos ocupados pelo total de módulos disponíveis                 | Alcançar ocupação total da incubadora até o ano de 2021 |

Fonte: Autores (2018).

#### 4.2.4 Perspectiva de aprendizagem e crescimento

Para alcançar os objetivos de aprendizagem e crescimento é necessário o investimento e desenvolvimento do capital humano integrado à empresa, com base na construção de valor deles. A incubadora, portanto, busca investir no desenvolvimento dos seus colaboradores e incubados a partir de capacitações e melhoria na infraestrutura de suporte. As capacitações são para áreas nas quais a incubadora ou os próprios incubados notam necessidade dentro dos cinco principais eixos: mercado, tecnologia, gestão, finanças e empreendedor. No Quadro 4 encontra-se o desenvolvimento desta perspectiva.

**Quadro 4** – Proposta de perspectiva de aprendizagem e crescimento para a incubadora

| Perspectiva                               | OBJETIVOS  | INDICADORES   | METAS  |
|---|--|---|--|
| <b>APRENDIZAGEM<br/>E<br/>CRESCIMENTO</b> | Desenvolver estrutura documental do CERNE I  | Número de documentos elaborados                                       | Desenvolver 100% dos documentos até março de 2019  |
|   | Desenvolver os empreendedores (habilidades pessoais)   | Número de empreendedores capacitados                                  | 100% dos empreendedores capacitados até o ano de 2019  |
|   | Desenvolver habilidades específicas  | Número de empresas incubadas que participam de eventos de capacitação | Aumentar em 30% o número de eventos de capacitação até o ano de 2019   |
|   | Melhorar infraestrutura física e tecnológica para auxílio aos incubados no processo de incubação | Volume de investimento financeiro em infraestrutura, no ano.          | Aumentar em 60% o volume de investimento em infraestrutura física e equipamentos disponíveis para empresas incubadas |
|   | Diminuir perdas de talentos  | Porcentagem de funcionários em potencial que desistem                 | Reduzir em 10% o número de perdas de talentos  |

Fonte: Autores (2018).

### 4.3 Mapa estratégico e propostas de ações estratégicas

O mapa estratégico é a estruturação do BSC em sua totalidade. Nele é possível conferir de forma sintetizada como a empresa pretende se movimentar e o que ela pretende mudar. O mapa estratégico da Incubadora é apresentado na Figura 3.

Com os objetivos, indicadores e metas já estabelecidos como estratégia para o desenvolvimento da empresa, foram levantados alguns principais focos de ação para serem implementados a fim de mitigar os problemas encontrados na incubadora.

A implementação do CERNE na empresa, visando uma melhoria e padronização dos processos, pode gerar resultados significativos, como a organização e distribuição de tarefas e atribuições, por meio de ferramentas adequadas, considerando as metas da Divisão e as competências e habilidades dos colaboradores. Isso acontecerá por meio da contratação de um consultor CERNE para auxílio na escolha de evidências/registros e realização de oficinas para capacitação dos incubados e colaboradores nos cinco eixos do CERNE (Empreendedor, Tecnologia, Capital, Mercado e Gestão) para melhor administração e negociação dos bens e serviços.

Figura 3 – Mapa Estratégico da Incubadora



Fonte: Autores (2018)

Para a sustentabilidade financeira, buscam-se parcerias entre a universidade e empresas ou instituições que possam aportar investimento na incubadora e empresas Incubadas, bem como aderir a editais de fomento, direcionando os investimentos para melhoria de suporte de infraestrutura para os incubados. Tendo também como objetivo a retenção de empresas incubadas para maior número de graduandos, é importante proporcionar treinamentos e capacitação voltados para o desenvolvimento do perfil empreendedor e de habilidades específicas de cada área dos incubados.

Como uma área crucial para o programa, o marketing deve buscar promover eventos de prospecção periódicos, em locais estratégicos, para maior alcance de divulgação dos processos seletivos. Porém, um foco da incubadora deve ser investir em prospecção e marketing direcionados ao público de dentro da própria instituição de apoio (universidade), atingindo alunos e professores.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração do presente estudo resultou em uma proposta de análise de desempenho utilizando a ferramenta BSC. Juntamente com os referenciais teóricos e informações coletadas da organização, foi possível identificar o impacto da incubadora

quanto ao desenvolvimento e à sustentabilidade das empresas incubadas. A elaboração de objetivos, indicadores e metas em cada perspectiva da incubadora e a proposta de ações estratégicas (como busca por parcerias, implementação do CERNE, realização de treinamento com foco em desenvolver habilidades empreendedoras nos colaboradores e foco em marketing para prospecção de incubados) permitem que a organização direcione esforços para atingir sua visão estratégica.

Algumas limitações encontradas foram o pouco tempo para aplicação do modelo proposto, deixando de revelar pontos que poderiam ser relevantes para as perspectivas, e o acompanhamento e controle das ações estratégicas propostas. Apesar das limitações, o presente artigo poderá servir como guia para futuros trabalhos que abordam estratégia, incubadoras e a ferramenta BSC. Ademais, próximos passos serão acompanhar a implementação das propostas pautadas para alcance dos objetivos e metas estabelecidos nas perspectivas do modelo indicado.

## Referências

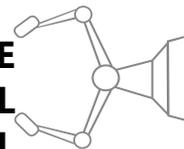
- DAFT, Richard L. **Organização: teoria e projetos**. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2004.
- DORNELAS, José C. A. **Planejando incubadora de empresas: como desenvolver um plano de negócios para incubadoras**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
- HERRERO, E. **Balanced Scorecard e a Gestão Estratégica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- HIKAGE, Oswaldo K.; SPINOLA, Mauro M.; LAURINDO, Fernando J. B. Software de *Balanced Scorecard*: proposta de um roteiro de implantação. **Revista Produção**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 140-160, 2006.
- KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. **A estratégia em ação: balanced scorecard**. 23. ed. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2006.
- MARCHESAN NETO, Armando. **Sistemas de Avaliação de Desempenho: implantação do balanced scorecard em uma empresa de serviços**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste, 2002.
- MINTZBERG, Henry; AHLSTRAND, Bruce; LAMPEL, Joseph. **Safári de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- SILVA, A. B. *et al.* **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
- STORCH, Clane R. R.; NARA, Elpídio O. B.; STORCH, Luiz Afonso. Mapa estratégico, uma representação gráfica do Balanced Scorecard, ferramenta para otimização da tomada de decisões: estudo

de caso de uma indústria de porte médio. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 4, n. 4, p. 4070-4077, ago. 2004.

TACHIZAWA, Takeshy. **Organizações não governamentais e terceiro setor**: criação de ONGs e estratégias de atuação. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

THOMPSON, Arthur A.; STRICKLAND, Alonzo J. **Planejamento estratégico**: elaboração, implementação e execução. São Paulo: Pioneira, 2000.

# SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM UMA CIDADE DO SUL DO BRASIL



## **Egídio Antonio Cancelier Fachin**

Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
feaccancelier@gmail.com

## **Leopoldo Pedro Guimarães Filho**

Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
lpg@unesc.net

## **Graziele Fernandes da Rocha**

Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
grazielefernandesdarocha@gmail.com

## **David Batista Gesuino**

Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
davidbatista@unesc.net

## **Valter Blauth Junior**

Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
valterblauth@unesc.net

**Recebido em: 08/10/2019**

**Aceito em: 05/11/2019**

**Resumo:** A simulação computacional atualmente é uma das principais ferramentas de análise e acompanhamento de dados reais, em cenários que os utilizam em conjunto à gestão por softwares. O artigo apresenta uma análise do tempo de consumo do sistema de abastecimento de água de uma cidade do sul do Brasil, caracterizando-se como uma área com baixa amplitude de exploração em análise computacional. Partindo do fato que manipular dados de abastecimento de água exige processos criteriosos, o trabalho teve por objetivo agregar soluções a partir da análise do tempo de um Sistema de Abastecimento de Água, praticado por uma empresa de saneamento do extremo sul catarinense. A principal ferramenta utilizada foi o software de

simulação *FlexSim*<sup>®</sup>™, na qual foram simulados dados baseados nas coletas referentes às reservas e distribuição do sistema. Desta forma, foi imprescindível verificar e tratar os valores coletados e adaptá-los para serem inseridos em cenários que fizessem a relação entre problemas reais, como a falta de água, possíveis manobras para garantir o consumo por mais tempo e ainda a necessidade do tempo de operação de estações para a sustentabilidade do sistema. Com os resultados deste trabalho, foram encontrados valores de vazões com ênfase no tempo, manobras para a sustentação do abastecimento, além do tempo necessário de operação para suprir consumos. Realizou-se pôr fim a avaliação do uso do software de simulação, ampliando a gerência de operação e infraestrutura, bem como a qualidade de distribuição perante situações atípicas, perpetuando o consumo de água.

**Palavras-chave:** Consumo, Simulação computacional, Sistema de abastecimento de água, *FlexSim*<sup>®</sup>, Qualidade de distribuição.

**Abstract:** *The computer simulation currently is one of the main tools of analysis and monitoring of actual data, in scenarios that use the management software in parallel. The article presents an analysis of the time of consumption of water supply system in southern city in Brazil, characterized by an incipient computational analysis area of study. Allowing for the fact that manipulate water consumption data requires rigorous processes, this work aimed develop solutions based on an analysis of the time of consumption of water supply. The main tool used was the simulation software FlexSim<sup>®</sup>™, that datas were simulated based on a collection regarding system reserves and supply. In this way, becomes essential verify and treat the collected datas, adapt them to be inserted in scenarios that made connection between real problems, such as lack of water, like an alternative to ensure consumption and operation times of stations. The results of this paper, shows flow values with emphasis in time, workarounds to sustain water supply, also the operation times required to provide consumption. Finally, an avaliation of simulation software was completed, expanding the operation and infrastructure management, as well distribution quality in atypical situations, perpetuating water consumption.*

**Keywords:** Consumption, Computational simulation, Supply water system, *FlexSim*<sup>®</sup>, Quality in (waeter) distribution.

**Resumen:** *La simulación computacional es actualmente una herramienta esencial para el análisis y seguimiento de cualquier dato real en escenarios que utilizan mientras la gestión y softwares. El artículo demuestra el tempo de análisis del sistema de abastecimiento de agua y a su consumo, en una ciudad del sur de Brasil, caracterizada por la baja utilización de simulación y analisis computacionales. Partiendo del hecho que el manejo de datos segue una gran complejidad, el presente estudio tuvo por objetivos disponer soluciones relativas a lo tiempo de abastecimiento de una empresa de saneamiento. La principal herramienta computacional ha sido el software FlexSim<sup>®</sup>™, en el cual fue posible la simulación basada en recolecciones y reserva del sistema de distribución. Por lo tanto, fue indispensable verificar y tratar los valores recopilados y para adaptación en escenarios que mantienen la relación entre problemas reales, como la falta de agua, posibles maniobras para garantizar un consumo más prolongado y la necesidad de tiempo y operación de estaciones para la sostenibilidad del sistema. Con los resultados del estudio, fueron detectados valores de flujo con énfasis en el tiempo, maniobras para mantener el suministro, así como el tiempo de operación necesario para suministrar consumos. Se completó la evaluación del uso del software de simulación, alargando la operación y la gestión de la infraestructura, así como la calidad de la distribución en situaciones incommunes, perpetuando el consumo de agua.*

**Palabras clave:** Consumo, Simulación Computacional, Sistema de suministro de agua, *FlexSim*<sup>®</sup>, calidad de la distribución.

## 1. INTRODUÇÃO

A análise de quaisquer instâncias buscando correlação com a mediação entre a sustentabilidade e desenvolvimento social deve ser considerado prioritário. Partindo

deste princípio, a pesquisa simulou, agregou e analisou o consumo de um Sistema de Abastecimento de Água (SAA) em uma cidade do sul do Brasil.

O consumo de qualquer bem público por si só tende a concretizar a eficácia na distribuição e qualidade de seus processos. No tocante à distribuição de água, em suma tratada, as restrições quanto à falta, qualidade de transporte, quantidade em estoque, materiais e equipamentos envolvidos, possui uma atenção especial além de um fator de atendimento e solubilidade de problemas altamente criteriosos.

Para tanto, a simulação e análise, justifica-se pelo fato de buscar a sustentação e a perpetuação do tempo de consumo, onde os dados foram alcançados por meio de problemáticas que utilizam informações ditas como essenciais para monitoramento das variáveis de controle de processo. A intenção foi criar uma relação de cenários na qual os mesmos forneceram a base de análise na analogia junto aos dados reais.

Tem-se como necessidade, o acompanhamento da escassez de água através do tempo, assim como seu transporte através de adutoras, elevatórias ou recalques e principalmente em relação ao nível em estoque. Com o acompanhamento adequado, transformaram-se as manobras através do tempo de operação, atuando para dirimir o tempo de escassez aplicado em um segundo cenário, preservando o sistema. Atenuando à tomada de decisão, pôde-se agir por meio da necessidade de aumentar a infraestrutura e quadro funcional além do dimensionamento do consumo por região, novamente baseado no tempo.

Sendo assim, o presente trabalho objetivou a simulação de um sistema de abastecimento de água, a partir do levantamento de processos, configuração e tratamento de dados e aplicação técnica, transformando-os em uma ferramenta de análise, para isso, buscou efetuar cenários que visaram criar uma perspectiva na redução de problemas. Considerou-se o projeto como pioneiro no extremo sul catarinense na utilização do software *FlexSim*<sup>®</sup> em sistemas de abastecimento de água utilizando a biblioteca Fluid, além da verificação da ferramenta no uso em escalas maiores.

## 2. METODOLOGIA

A aplicação do projeto foi baseada nos processos referentes a um sistema de distribuição de água, havendo a coleta de dados de consumo e tratamento conforme fórmulas representadas pelas normas do fornecedor de água, para então simular no *FlexSim*<sup>®</sup>.

Partindo desse princípio, foi efetuado o levantamento dos processos através do acompanhamento da disposição física no SAA. Para tanto foram necessárias as informa-

ções disponibilizadas pela Agência de Regulação de Serviços Públicos de Santa Catarina – ARESC, demonstradas no relatório de acompanhamento na Tabela 1. Houve ainda a visita ao local para validação e/ou alteração dos dados em questão.

**Tabela 1** – Capacidades e Localizações das Estações de Tratamento de Água, Reservatórios e Estação de recalque de água tratada, definidos conforme ARESC

|   | Capacidade | Localização           |
|---|------------|-----------------------|
| Estação de tratamento de água – 1       | 40 (L/s)   | Vargedo               |
| Estação de tratamento de água – 2       | 4,44 (L/s) | Estação cocal         |
| Estação de recalque de água tratada – 1 | 4,3 (L/s)  | Booster linha Torrens |
| Estação de recalque de água tratada – 2 | 4,3 (L/s)  | Booster mina Florita  |
| Estação de recalque de água tratada – 3 | 9,85 (L/s) | Booster Bertan        |
| Reservatório – 1                        | 1050 kL    | Centro                |
| Reservatório – 2                        | 100 kL     | Bertan                |
| Reservatório – 3                        | 100 kL     | Mina Florita          |
| Reservatório – 4                        | 100 kL     | Estação Cocal         |

Fonte: Adaptado pelo Autores de Santa Catarina (2018)

Para definição das relações e atribuições de consumo, fez-se a utilização de cálculos para determinar a vazão média, esta que por sua vez foi inserida como o principal valor para a simulação.

Como houve a necessidade de desempenhar os cálculos, para certas áreas (Centro, Bertan), foram necessárias verificações da existência de setores de abrangências. Logo, foram calculadas as vazões de cada setor e quando necessário efetuadas as somas dos setores para cada, resultando nas vazões médias das áreas conforme exemplo da Tabela 2.

**Tabela 2** – Exemplo da Vazão Média Utilizada (L/s) destinado ao Centro, a partir da soma das vazões médias (L/s) dos setores que a englobam definidos pela agência concessionária

|         | Vazão média utilizada (L/s) |
|---------|-----------------------------|
| Setores | Centro                      |
| 553     | 1,122                       |
| 550     | 3,531                       |
| 558     | 3,088                       |
| Total   | 7,741                       |

Fonte: Autores (2018)

No início, seguiu-se o cálculo a partir de três fases. A primeira, referente ao volume total utilizado em m<sup>3</sup>, a segunda na obtenção da vazão em litros por habitante por dia (L/hab. dia) junto às perdas do sistema. Por fim, o resultado da vazão média (Q) disponibilizada em litros por segundo (L/s).

Em sequência, para determinação do volume total operado, utilizou-se a soma dos valores, volume contestado, volume micro medido e volumes médios faturados, descritos na resolução da ARES e consolidado através dos dados disponibilizados pelo fornecedor de água. Como resultado obtive-se os valores para as áreas conforme Tabela 3.

**Tabela 3** – Volume total utilizado referente ao somatório dos volumes criticados, micro medidos e médios faturados

| Região        | Volume micro medido (m <sup>3</sup> ) | Volume faturado médio | Volume criticado (m <sup>3</sup> ) | Total (m <sup>3</sup> ) |
|---------------|---------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Centro        | 10854                                 | 582                   | 1656                               | 13092                   |
| Naspoline     | 4305                                  | 466                   | 668                                | 5439                    |
| Bertan        | 7852                                  | 325                   | 666                                | 8843                    |
| Mina Florita  | 2624                                  | 68                    | 178                                | 2870                    |
| Linha Torrens | 2785                                  | 48                    | 221                                | 2754                    |
| Vargeado      | 911                                   | 40                    | 80                                 | 1031                    |
| Estação Cocal | 6494                                  | 128                   | 399                                | 7021                    |

Fonte: Autores (2018)

Com o volume total utilizado, prosseguiu-se à fase da obtenção da vazão referente a litros por habitante por dia (L/hab. dia) para cada área. Para o desenvolvimento foram utilizadas as informações de acordo com a equação 1, adaptada conforme norma técnica interna STEC n<sup>o</sup>011 da agência concessionária do município.

$$\frac{\text{Volume utilizado total (m}^3\text{)}}{30 \text{ (dias)} \times \text{N}^{\circ} \text{ de economias} \times \text{Índice Hab por Domicílio (IBGE)}} \times 1000 \quad (1)$$

Como o volume utilizado total já havia sido determinado, sobram o número de consumidores e o índice per capita a serem coletados. Portanto, os dados foram encontrados a partir da consulta dos dados internos do Sistema de Banco de Dados Operacionais (BADOP), conforme Tabela 4, separados por regiões.

**Tabela 4** – Número de economias conforme coleta de dados em campo através da existência ou não de hidrômetros, separados por regiões

| Regiões       | Consumidores |
|---------------|--------------|
| Centro        | 1211         |
| Vargeado      | 104          |
| Naspoline     | 472          |
| Mina Florida  | 333          |
| Linha Torrens | 324          |
| Estação Cocal | 748          |
| Bertan        | 952          |

Fonte: Dados da empresa (2018)

Por fim, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) dispõe como informação concreta no censo demográfico de 2010 as informações de residentes por domicílios recenseados da cidade em que foi realizada a pesquisa, na qual resultaram no fator de 3,016 habitantes por domicílio.

Foram inseridos para cada área os dados na Equação 1, resultando valores contidos na Tabela 5.

**Tabela 5** – Vazão em litros por habitante por dia (l/hab. dia) calculada conforme valores para cada região

| Região        | Consumo (L/hab. dia) |
|---------------|----------------------|
| Centro        | 119,466              |
| Vargeado      | 109,548              |
| Naspoline     | 127,338              |
| Mina Florida  | 95,240               |
| Linha Torrens | 93,929               |
| Estação Cocal | 103,747              |
| Bertan        | 102,646              |

Fonte: Autores (2018)

Apesar de obter o consumo, foi necessário incrementar o índice de perdas do sistema e multiplicar sobre o consumo. Assim conseguiu-se aproximar os valores junto à incidência das perdas do sistema, aproximando-os de dados reais.

$$\text{Índice de Perdas} = \frac{\text{Volume Disponibilizado} - \text{Volume Utilizado}}{\text{Volume Disponibilizado}} * 100 \quad (2)$$

A partir da Equação 2, o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), apresenta as informações de perdas na Tabela de indicadores agregados e desagregados dos serviços de águas e esgotos, conforme a Tabela 6.

**Tabela 6** – Valores de consumo médio per capita e índices de perdas no faturamento de água referentes à concessionária do SAA

|                        | Índice de perda |
|------------------------|-----------------|
| Faturamento de água    | 76,53%          |
| Perdas no faturamento  | 23,47%          |
| Perdas na distribuição | 34,75%          |

Fonte: Brasil (2018)

Em sequência, os valores das perdas foram atribuídos às vazões (L/hab. dia) por região de acordo com a Tabela 7.

**Tabela 7** – Consumo atrelado às perdas no sistema referente à taxa do município multiplicado pelo consumo em litros por habitante por dia de cada região

| Região        | Consumo com perdas (L/hab. dia) |
|---------------|---------------------------------|
| Centro        | 183,089                         |
| Vargeado      | 167,890                         |
| Naspoline     | 195,154                         |
| Mina Florida  | 145,961                         |
| Linha Torrens | 143,953                         |
| Estação Cocal | 119,236                         |
| Bertan        | 157,312                         |

Fonte: Autores (2018)

Uma vez que as perdas estavam inseridas, prosseguiu-se para a obtenção da vazão média disponibilizada “Q” demonstrada em litros por segundo (L/s). Para tanto, houve a necessidade de multiplicar o consumo com perdas anteriormente calculado, junto ao número de domicílios e a taxa de habitantes por residência.

Levando em conta que o resultado da vazão média deve ser em litros por segundo (L/s), e o consumo com perdas é diário, o cálculo foi dividido pelo número de segundos referentes a 24 horas (um dia), ou seja, 86400 segundos, como demonstrado na Equação 3.

$$\text{Vazão média} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de economias} \times \text{Consumo com perdas} \times \text{Taxa de Hab por Residência (UBGE)}}{86400\text{s}} \quad (3)$$

Então, para cada região, foram obtidos os resultados da vazão Q, presentes na Tabela 8.

Para designar o consumo destinado ao bairro Esplanada, foi utilizado o instrumento de medição de vazão que se encontrava na tubulação de distribuição.

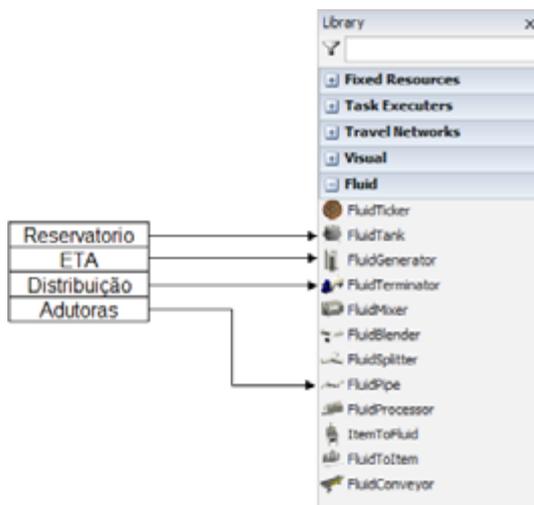
**Tabela 8** – Quadro dos valores do consumo médio (l/s) por regiões bem como a vazão em litros por segundo e minuto utilizados na simulação

| Bairro        | Vazão (L/s) | Vazão (L/m) |
|---------------|-------------|-------------|
| Centro        | 7,741       | 464,453     |
| Vargedo       | 0,610       | 36,576      |
| Naspoline     | 3,216       | 192,954     |
| Mina Florita  | 1,697       | 101,816     |
| Linha Torrens | 1,628       | 97,701      |
| Estação Cocal | 3,113       | 186,786     |
| Bertan        | 5,229       | 313,715     |
| Esplanada     | 2,500       | 150,000     |

Fonte: Autores (2018)

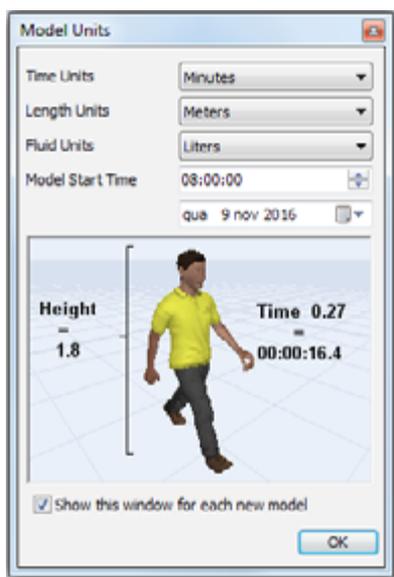
A partir dos valores de consumo já dimensionados por região atendida, foi determinado o preparo da simulação gráfica no software de simulação *FlexSim*<sup>®</sup>. Neste foi desenvolvido uma aplicação gráfica, utilizando a biblioteca “*Fluid*” do *FlexSim*<sup>®</sup>, respeitando as definições presentes nas figuras 1 e 2.

**Figura 1** – Designação dos Objetos da biblioteca de Fluidos em relação ao utilizado no SAA



Fonte: Adaptado pelo Autores

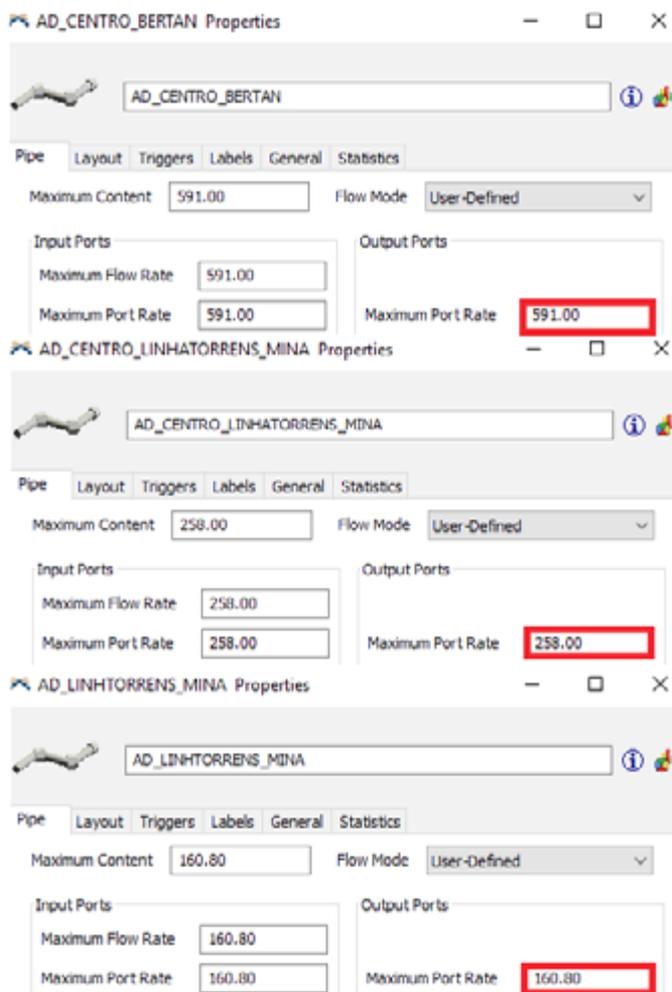
**Figura 2** – Definição das unidades de tempo, distância e vazão utilizadas na simulação, bem como a data e hora início da simulação



Fonte: Adaptado pelo Autores de *FlexSim*<sup>®</sup> (2013)

A representação dos recalques, Estações de Recalque de Água Tratada (ERATs), Estações de Recalque de Água Bruta (ERABs) e *Boosters*, não contemplaram um objeto gráfico específico, porém obtiveram apenas uma imagem simbólica. Considerando sempre o pior cenário, as adutoras representadas pelo objeto de simulação “*pipe*” possuem valores de chegada (*input*) e de saída (*output*) e foram ligadas de um elemento a outro. Quando houve a necessidade de recalque entre elementos, a vazão de saída da adutora (*output*) se torna a mesma resultante do recalque, que por sua vez é a máxima entrada (*input*) permitida no elemento seguinte. A figura 3 demonstra a alocação dos valores das Estação de recalque de água tratada nas adutoras.

**Figura 3** – Incremento das vazões originadas pelas estações de recalque de água tratada nas adutoras, na entrada e saída de vazão das galerias em litros por minuto (L/min)



Fonte: Autores (2018)

Com o aglomerado das informações no *FlexSim*®, os volumes foram aplicados em cada objeto conforme sua chegada (*input*) e partida (*output*), bem como os valores de diâmetros para as adutoras. Na Tabela 9 constam os valores dos diâmetros em milímetros das adutoras por regiões, verificados fisicamente, acompanhando o menor percurso em relação às ruas onde se encontram e confirmados junto à empresa de abastecimento.

**Tabela 9** – Valores do diâmetro das adutoras do sistema para as regiões de maior interesse

| Região        | Entrada (mm) | Saída (mm) |
|---------------|--------------|------------|
| Vargedo       | 250          | 250        |
| Bertan        | 100          | 150        |
| Mina Florita  | 150          | 75         |
| Estação Cocal | 100          | 75         |
| Esplanada     | 150          | 75         |

Fonte: Autores (2018)

A partir do elemento gráfico desenvolvido, junto aos elementos do SAA, aplicaram-se três cenários: falta de abastecimento de água bruta, manobras de regulação de vazão nos recalques e por fim determinação de tempo de operação da ETA de Estação Cocal.

Primeiro cenário retrata a falta do abastecimento de água devido ao possível rompimento de uma adutora de água bruta, ou seja, o abastecimento das ETA's estará comprometido. Partindo deste princípio, a simulação ocorreu com os reservatórios cheios, porém não há o reabastecimento, restando a quantidade de litros com o decréscimo do consumo de cada região.

Para tal cenário, levou-se em conta que o registro que separa o abastecimento de Estação Cocal e a Mina Florita esteja fechado, impedindo que por questões físicas, a Mina Florita abasteça Estação Cocal.

Para um segundo cenário, foi constituído uma análise proveniente do primeiro, levando em conta a separação dos sistemas por ETA's, para então ocorrer à determinação de manobras de regulação de vazão nos recalques, a fim de equalizar a sustentabilidade de abastecimento perante o tempo.

Com a determinação do menor tempo por consumo de cada área de abastecimento pode-se determinar a região mais fragilizada, logo a variação do consumo a jusante pode ser manipulada nos recalques de água, a fim de encontrar uma equalização dos tempos de escassez.

Sendo assim, como reservatório de maior tempo de sustentabilidade, pôde-se desconectar do sistema, ratificando os consumos nas demais localidades.

O último cenário foi determinado de acordo com a abertura do registro encontrado entre o consumo de Estação Cocal e a região da Mina Florita.

Com o registro aberto, o reservatório da Mina Florita, devido às propriedades físicas do sistema, abastecerá o consumo de Estação Cocal, logo as somas dos consumos das localidades serão maiores que a distribuição da Mina, fazendo-o secar.

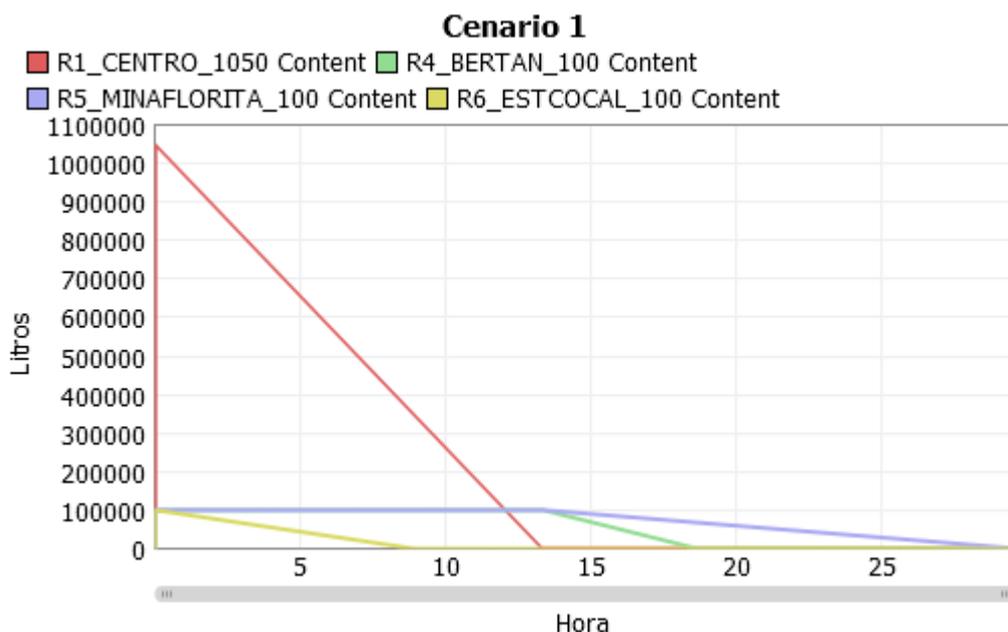
Sendo assim, foi feito uma relação de quanto tempo a ETA de Estação deve-se manter ligada, respeitando os horários de trabalho de 23 horas, para que o consumo da Mina junto à Estação se mantenha positivo. Impreterivelmente assumindo que o reservatório de Estação Cocal está vazio e que a vazão máxima que chega à Mina Florita é a determinada pelo booster da mesma em conjunto com o da Linha Torrens.

### 3. ANÁLISE DE RESULTADOS

Através dos dados e coletas da disposição física distribuídas, foi possível a determinação dos elementos ETA's, que seguem através das adutoras e chegam aos reservatórios, e conforme diretrizes seguem para distribuição. Subsequindo, para desenvolver as simulações foram inseridos os valores com referência na Tabela 8, nos reservatórios.

Analisando o primeiro cenário, foram introduzidas a escassez de água a montante dos reservatórios do sistema, ou seja, a conexão dos objetos responsáveis pelas ETA's do Vargeado e de Estação Cocal (*Fluid Generator*) junto a suas adutoras, foram interrompidas. O tempo de simulação foi utilizado até o último reservatório zerar. O primeiro reservatório a se tornar escasso é o R6 de Estação Cocal responsável pelo abastecimento apenas de Estação Cocal.

Em sequência, relativo à ETA do Vargeado, tem-se que o primeiro é o do Centro, responsável pela distribuição ao Napoline e Vargeado, Esplanada, Bertan, Linha Torrens, Mina Florita, e por último o Bertan.

**Figura 4** – Volume dos reservatórios em litros pelo tempo em horas relativo ao cenário 1

Fonte: Autores (2018)

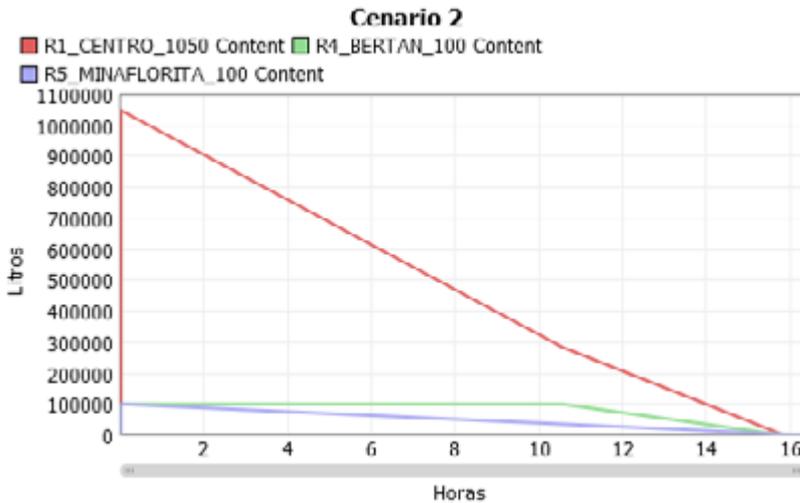
A partir do primeiro cenário, ficou evidente que o recalque referente à vazão que chega ao reservatório da Mina Florita, por ser o maior tempo de operação de abastecimento.

No segundo cenário foi utilizada a premissa que se há um menor tempo de abastecimento no Centro, os recalques (representados pela vazão das adutoras aos reservatórios conforme figura 5), deverão trabalhar menos para equivaler o nível de abastecimento. Como cada booster tem capacidade de 4.3 e 9.85 l/s e o recalque da Mina Florita depende da máxima entrada do booster da Linha Torrens. Assim, foram elaborados cenários desconectando os boosters com reservação de menor consumo/tempo de suas fontes de consumo manualmente.

Neste contexto, foram efetuadas simulações aleatórias entre 200 a 800 minutos, onde se percebeu maior intensidade de padronização entre os tempos de paradas entre 600 minutos e 700 minutos nos recalques maiores, sempre interrompendo o sistema e efetuando a operação.

Sendo assim os resultados ocorreram com 2 vertentes, sendo elas a priorização do conjunto Bertan e Centro e a outra Mina Florita e Bertan. de acordo com a Figura 5, foi possível verificar que o Centro e Bertan concluem o tempo em aproximadamente 16 horas.

**Figura 5** – Consumo (litros) pelo Tempo (horas) referentes à otimização de parada do booster (ERAT 3) do Bertan privilegiando os reservatórios do Centro e Bertan

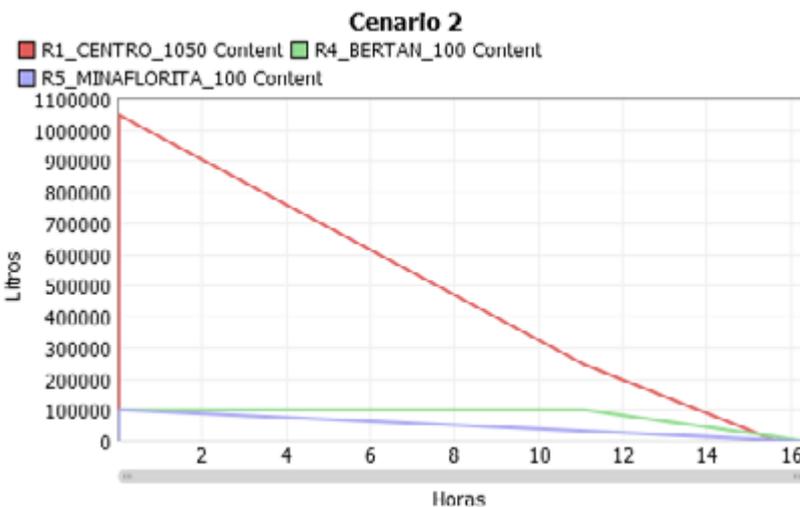


Fonte: Autores (2018)

Mais especificamente, os valores dos resultados definem que os reservatórios se sustentaram por 15,85 horas sendo que foi mantido o booster do Bertan ligado 11,05 horas.

Em contrapartida, a otimização do tempo para racionalização entre as regiões do Bertan e Mina Florita se encontram na figura 6, que resultou em aproximadamente 17 horas para ambos.

**Figura 6** – Consumo (litros) pelo Tempo (horas) referentes à otimização de parada do booster (ERAT 3) do Bertan privilegiando os reservatórios do Bertan e Mina Florita.



Fonte: Autores (2018)

Mais especificamente, os resultados foram 16,38 horas para o Bertan e a Mina Florita.

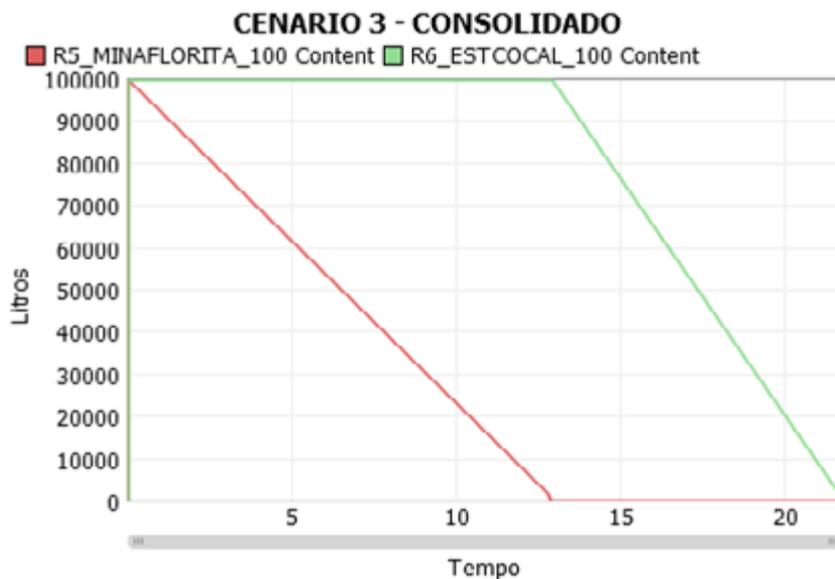
Agregando um posicionamento aos resultados, o intervalo favorecendo o abastecimento do Bertan e Centro resulta num controle de consumo mais significativo para os consumidores, pois a população atendida das áreas é de maior importância em relação ao município, logo se torna a opção mais viável de manobra devido à organização de possíveis manutenções.

Por fim, o terceiro panorama propiciou o mínimo tempo possível de operação da ETA de Estação Cocal caso o registro de interligação entre Mina Florita e Estação Cocal fosse aberto. Assim, avaliando a vazão que entra no reservatório da Mina Florita que é de 4,3 L/s, pela diferença que fica na região da Linha Torrens, obtivemos 2,8 L/s.

Foram ajustados os valores de saída máxima do R5 para a soma das vazões de saída e colocado um fator de escala de 65% para a estação e 35% para mina.

De acordo com a simulação do cenário 3 os valores referentes se dispõem conforme a figura 7.

**Figura 7** – Gráfico representando os reservatórios da Mina Florita e Estação Cocal aplicados ao cenário 3 em L/h



Fonte: Autores (2018)

Levando em conta os aspectos de tempo de funcionamento da ETA, apesar de que o cenário foi concebido com os reservatórios cheios, o valor de 1,17 horas é soma-

do junto ao tempo do R6, resultando em 21,83 horas de funcionamento. Conseguiu-se analisar que se houver a necessidade de abastecimento da região de Estação Cocal pelo reservatório da Mina Florita, perante um dia, faltarão água 10,10 horas, pois é somado o tempo de enchimento do R6 que também conta como operação, acarretando na depreciação do abastecimento e aumento nas manutenções do sistema.

Devido à comparação dos tempos resultantes dos cenários, conclui-se que mesmo com o rompimento da adutora de água bruta sendo um fator mais preocupante, o reservatório do Centro aliado ao dimensionamento dos recalques, aumentou em média 2,4 horas em seu tempo de abastecimento, independente do prevaecimento entre o conjunto Centro-Bertan e Bertan-Mina Florita. Essa ação garantiu uma melhora significativa observando que o reservatório do Centro é o principal dissipador de água aos restantes.

Para o reservatório da Mina Florita, o tempo de consumo diminuiu em 13,37 horas, sendo essa uma queda considerável comparada ao primeiro cenário. Porém se levarmos em conta que o volume de consumo da região é o mais baixo e o volume do reservatório é o mesmo em comparação com o do Bertan, o fato do tempo ter baixado é importante, porém não tanto quanto à variação dos outros reservatórios que incidirão em maiores reclamações e prejuízos por domicílio.

Não obstante, o reservatório do Bertan obteve um decréscimo médio entre os cenários 2-1 e 2-2 em comparação ao cenário 1 de apenas 2,5 horas, comprovando que a equalização do sistema é uma opção eficiente. A questão do consumo reduzir não é problema, pois o recalque mais afetado foi o do Bertan e mesmo assim conseguiu um bom abastecimento em relação aos outros.

## 4. CONCLUSÃO

Por meio da criação de situações reais foi possível analisar as informações de tempo, aplicado às operações de funcionamento, na qual houveram sugestões de melhorias em conjunto a tomadas de decisão atreladas a minimização de custos.

Em suma, com as piores situações impostas, a simulação refletiu que os reservatórios tenderam a diminuir seu tempo de abastecimento, o que é ruim, porém com as manobras de equalização, pode-se concluir que a equalização é essencial, principalmente do conjunto Centro-Bertan, que é o mais propício à melhora na eficácia das redes atendidas em caso de falha no sistema.

Individualmente para o reservatório de Estação Cocal, os tempos são invariáveis, pois a região até então só abasteceu o consumo da mesma. Porém, no cenário 3

concluiu-se que a ETA de Estação Cocal deve trabalhar apenas 16,22 horas para suprir a necessidade do consumo alimentado pela Mina Florita, logo, como a ETA possui um funcionamento monitorado de 8 horas por dia serão necessárias contratações de funcionários, gerando um custo adicional à concessionária. No entanto este custo tem proporcionalidade ao uso dos produtos químicos, gasto de energia, tempo de tratamento, dentre outros, que são necessários para manter uma estação de tratamento funcionando 23 horas de produção mais 1 hora para limpeza de filtro.

Em consideração aos custos, concluiu-se que as interrupções dos recalques gerarão um consumo de energia controlado, podendo assim variar as bombas de recalque, convertendo-os em saldo positivo para investimentos.

Das restrições encontradas, pôde-se considerar *a priori* os fatores físicos e hidráulicos do sistema, aplicados ao software de simulação, que por sua vez não comporta a inserção destas funções. Como aprofundamento, para aperfeiçoar os dados e conduta dos cenários, haveria a necessidade de conhecer certas linguagens de programação para assim inserir restrições específicas. Vale ressaltar que o software não possui um direcionamento para o ramo de operação simulado, e que é de acesso gratuito. Entretanto a sua disponibilidade gratuita restringe o uso de suas ferramentas de desenvolvimento e simulações que demandam de licenças com valor agregado.

Apesar destas restrições, o *FlexSim*® suportou e cumpriu o esperado em auxiliar na obtenção dos tempos e das possíveis otimizações de acordo com os cenários elaborados, criando uma base maior na assertividade das tomadas de decisão propostas ao sistema.

Por fim, cabe aos responsáveis pelo abastecimento verificar se as sugestões são de valia e aplicar as decisões necessárias, assim garantindo a qualidade da distribuição conciliada à redução de custos.

## Referências

ALAMBERT JUNIOR, N. **Manual prático de tubulações para abastecimento de água**: informações práticas e indispensáveis para projetos, obras e manutenções. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

BANKS, J. **Handbook of Simulation**: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice. 1. ed. Geórgia: EMP, 1998.

BANKS, J. *et al.* **Discrete - Event System Simulation**. 4. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censo Demográfico 2010**: Sinopse. Brasília: IBGE, 2010. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/h4s0>. Acesso em: 25 set. 2018.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento - SNIS. Ministério das Cidades / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos: Tabela Completa de Indicadores Desagregados e Agregados** - 2018. CASAN - INO13 - Morro da Fumaça. Brasília: SNS/MDR, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2018>. Acesso em: 26 jun. 2018.

CUNHA, A. A. R. **Otimização energética em tempo real da operação de sistemas de abastecimento de água**. 2009. 191 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

DAL PONT, S. C.; SARTOR, G. D.; SILVEIRA, A. A. da. **Apostila curso de operação e controle de ETA**. Criciúma: CASAN, 2007.

FIGUEIREDO, J.; VASCONCELLOS, L.; PEREIRA, S. O desenvolvimento e a Aplicação de um Modelo Multiagente para o Ensino da Teoria das Restrições. In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, 14., 2011, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: FGV, 2011.

FLEXSIM®. Simulação Aplicada. Modelagem e análise usando *FlexSim*®. **FlexSim**®, [201-]. Disponível em: <https://www.FlexSim.com/ftp/textbook/supportingmaterials/Portugues/Capitulo6PortuguesLivroSimulacaoAplicada.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2018.

FORRESTER, J. **Principles of Systems**. Cambridge: Pegasus Communications, 1968.

FRANCATO, A. L., BARBOSA, P. S. F. Operação ótima de sistemas urbanos de abastecimento de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA (COBEM), 15., 1999, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia, 1999.

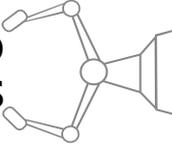
HUM, S., LEE, C. K. JIT Scheduling rules: A simulation evaluation. **Omega** - Int. J. Mgmt Sci, Amsterdam, v. 26, n. 3, p. 381-395, 1998.

PORTER, Michael E. **Vantagem Competitiva**. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

PROFOZICH, D. M. **Managing change with business process simulation**. London: Prentice Hall, 1998.

SOUSA, E. R. **Sistemas de Abastecimento de Água**. Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2001.

# APLICAÇÃO DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO NO ATENDIMENTO EM UMA UPA EM CAMPO GRANDE-MS



**Luiz Junior Maemura Yoshiura**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
luiz.jr.yoshiura@gmail.com

**Bruno Trasse de Oliveira Barbosa**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
brunotrasse@gmail.com

**Guilherme Joaquim Meira**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
guilhermejmeira@gmail.com

**Kassia Tonheiro Rodrigues**

Universidade Federal de Santa Catarina  
kassia.tonheiro@gmail.com

**João Batista Sarmiento Santos-Neto**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
joao.sarmiento@ufms.br

**Recebido em: 08/11/2019**

**Aceito em: 02/03/2020**

**Resumo:** Este estudo tem o objetivo de modelar e analisar o cenário do processo de triagem em uma unidade de pronto atendimento, no município de Campo Grande – MS. Para isso, foram utilizados conceitos de modelagem e simulação aplicados no ambiente virtual do software Arena®. A aplicação da simulação buscou representar o sistema atual de triagem e identificar possíveis alternativas de melhoria, já que o modelo atual acaba gerando muitas filas de espera e, conseqüentemente, gera insatisfação nos pacientes. Com análise de sensibilidade foi possível obter resultados em que, por meio da reestruturação do quadro de funcionários envolvidos no sistema, seria possível a diminuição da fila gerada no procedimento de triagem. O modelo criado para a simulação foi validado e, à medida que foi capaz de gerar resultados semelhantes a realidade e representar adequadamente as variações propostas.

**Palavras-chave:** Modelagem; Simulação; Teoria das Filas; Unidade de pronto atendimento.

**Abstract:** *This paper aims to model and analyze the scenario of the sorting process of an emergency care unit, in Campo Grande – MS. Therefore, concepts of modeling and simulation were applied in the virtual environment of the Arena® software. The simulation meant to represent the current process of sorting and identify possible alternatives to improve it, since the existing process causes long queues that makes patients displeased. The sensibility analysis revealed that by restructuring the staff arrangement, is possible to reduce the line in the sorting process. The model created for the simulation was validated, since it is capable of generating results close to the real ones and at the same time properly react to changes proposed.*

**Keywords:** *Modeling; Simulation; Queueing Theory; Emergency care unit.*

**Resumen:** *Este estudio tiene por objetivo modelar y analizar el escenario del proceso de clasificación en una unidad de emergencia, en el municipio de Campo Grande – MS. Para ello, fueron utilizados conceptos de modelado y simulación aplicados en el ambiente virtual del software Arena®. La aplicación de la simulación buscó representar el sistema actual de clasificación y identificar posibles alternativas de mejora, ya que el modelo actual acaba generando muchas filas de espera, que consecuentemente genera insatisfacción en los pacientes. Mediante un análisis de sensibilidad fue posible obtener resultados en que, por medio de la reestructuración del cuadro de funcionarios dentro del sistema, sería posible la disminución de la fila de espera generada en el procedimiento de clasificación. El modelo creado para la simulación fue validado, ya que fue capaz de generar resultados semejantes a la realidad y representar adecuadamente las variaciones propuestas.*

**Palabras clave:** *Modelado; Simulación; Teoría de Colas; Unidad de emergencia.*

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Matarazzo (2018), no relatório da Federação Brasileira de Hospitais, houve um decréscimo no número de hospitais no país no período de 2010 a 2018, onde o total passou de 6.907 para 6.820. Porém, essa redução foi apenas dos hospitais privados, enquanto houve aumento de hospitais públicos no território nacional. No contexto de organizações de saúde públicas, também devem ser considerados os postos de saúde e as Unidades de Pronto Atendimento (UPA).

A Presidência da República com a lei Nº 7.783 definiu assistência técnica e hospitalar como serviços essenciais. Com isso, o Estado tem o dever de proporcionar esse serviço à população e, é de extrema importância que os serviços sejam eficazes e atendam o maior número de pacientes, da melhor maneira possível (BRASIL, 1989).

É consensual entre a população brasileira que o sistema de saúde público ainda possui muitos pontos a melhorar e as filas são um grande problema enfrentado e bastante investigado na atualidade. Alguns estudos vão de encontro a essa afirmação. Como no estudo de Marinho e Cardoso (2007), onde os autores discutem sobre as filas e internações relacionadas com gravidez, parto e puerpério. Já Junior e Tomida (2005) desenvolveram sua pesquisa sobre o problema da espera de filas para cirurgias otorrinolaringológicas, enquanto Marinho (2006) analisou as filas para transplantes. Todos os

estudos citados foram realizados no âmbito de serviços públicos e SUS, além disso são provenientes de diferentes áreas.

As unidades de pronto atendimento (UPA) surgiram no início dos anos 2000 por meio da implantação de uma política nacional de atenção às urgências, essa política incluía também os serviços de atendimento móvel de urgência (SAMU). Porém, apesar da política ter surgido nos anos 2000, deu-se ênfase na implantação das UPAs a partir de 2009, uma das últimas práticas realizadas no processo. Observa-se então que essas unidades de atendimento emergencial são relativamente novas e visto que, a inserção dos componentes pré-hospitalares aconteceu de maneira desarticulada, o estudo da formação de filas em uma dessas unidades, torna-se relevante para entender o comportamento no atendimento (O'DWYER, 2017).

A teoria das filas é um ramo da pesquisa operacional que trabalha a resolução de problemáticas onde existe a chegada de novos clientes em um sistema para realiza algum tipo de atendimento, o que acaba gerando tempo de espera até a finalização do processo (ROMERO *et al.*, 2010). Ao observar o decréscimo no número de hospitais nos últimos anos e a importância de serviços ágeis na área de saúde, o presente estudo tem o objetivo de analisar a formação de filas no atendimento e triagem de uma Unidade de Pronto Atendimento em Campo Grande - MS. Para tanto, a metodologia de análise a ser utilizada será a teoria das filas processada em um ambiente virtual para modelagem e simulação.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Tomada de decisão

A Tomada de Decisão é vista como a função que indica o desempenho da organização. Independente da perspectiva da decisão, esta análise deve ser resultado de um procedimento sistematizado, que abrange o estudo do problema com base em pesquisa de dados, elaboração de informação, criação de propostas de soluções, seleção da decisão e implementação da decisão e análise dos resultados adquiridos. (GUIMARAES; ÉVORA, 2004)

Para Daft (1999), a Tomada de Decisão é um processo de descobrir problemas ou oportunidades e solucioná-los. Choo (1998) conceitua Tomada de Decisão como um procedimento formal que especificam papeis, procedimentos e diretrizes que, por sua vez, geram valores que induzem como a empresa enfrenta as incertezas.

## 2.2 Teoria das filas

A fila é resultante de uma discrepância entre a capacidade de atendimento do serviço oferecido e a demanda de seus usuários. Apesar de geralmente estar associada a uma finalidade maléfica, a fila caracteriza um papel fundamental na gestão de operações e serviços, já que em muitas situações seria difícil oferecer a infraestrutura necessária para atender a todos (ABENSUR *et al.* 2003).

De acordo com Andrade (1990), um sistema de filas é constituído de diversos elementos que desejam ser atendidos em um posto de serviços que, por ventura, devem aguardar até que o posto esteja desocupado. Em uma estrutura de filas é possível salientar cinco elementos fundamentais:

- a) Modelo de chegada de clientes: É geralmente apontado a taxa de chegada de usuários. O tempo pode ser determinístico ou uma variável aleatória;
- b) Modelo de serviço: Em um sistema de filas é fundamental fazer amostras do número de clientes atendidos por unidade de tempo, ou seja, é importante mensurar o tempo gasto em cada atendimento;
- c) Número de canais disponíveis: Esse relaciona-se com o número de atendentes disponíveis que realizam o atendimento dos usuários;
- d) Capacidade de atendimento: Trata-se da capacidade máxima permitida na instalação ao mesmo tempo, tanto aqueles que estão sendo atendidos como os que estão na fila à espera;
- e) Disciplina da fila: um composto de normas que indicam a sequência em que os clientes serão atendidos. Existem alguns critérios de como podem ocorrer essa ordem: FIFO (*first in first out*), LIFO (*last in first out*), SIRO (*served in random order*) e PRI (*priority*).

## 2.3 Modelagem e simulação

O processo de modelar parte da proposição de representar, de formato simplificada e simbólica, um evento ou objeto. Um modelo é definido como uma interpretação das relações dos elementos de um sistema (CWIF; MEDINA, 2010).

Freitas Filho (2008) classifica os modelos como: simbólicos, matemáticos e de simulação. Os modelos simbólicos são aqueles que podem ser exibidos graficamente por algum recurso, como por exemplo, um fluxograma dos processos, protótipo e maquetes; Modelos matemáticos demonstram bases matemáticas ou mesmo estatísticas, como por exemplo, o modelo de filas; Modelo de simulação captura o procedimento do sistema real a fim de reproduzir computacionalmente o mesmo procedimento que o sistema.

Segundo Chwif e Medina (2010) as causas que explicam a simulação são: possibilita à análise de um novo sistema antes de sua implantação; proporciona uma maior compreensão do andamento do sistema; concede o confronto de resultados e mensurações de eficiências. Freitas Filho (2008) afirma que as principais vantagens da simulação é: o modelo pode ser utilizado diversas vezes; avaliação do sistema; verificação de hipótese; gestão do tempo e reprodução do evento.

A simulação é eficaz na representação de alguns sistemas complexos de caráter dinâmico e aleatório. É permitido mudar variáveis ou parâmetros do sistema. O gasto de simular uma situação pode ser utilizado como ferramentas de aprendizado. Esses modelos são fundamentados na modelagem de sistemas que são mostrados na Tabela 1 (FREITAS FILHO, 2008).

**Tabela 1** – Tipos de sistemas

| <b>Sistemas</b> | <b>Conceito</b>   |
|-----------------|---|
| Dinâmico        | As variáveis do modelo se alteram à medida que o sistema desenvolve.        |
| Aleatório       | As variáveis podem ser descritas, mas não determinadas.                     |
| Discreto        | As mudanças acontecem em pontos discretos do tempo e não de forma contínua. |

Fonte: Adaptado de Freitas Filho (2008).

Chwif e Medina (2010) definem a metodologia para modelagem e simulação de sistemas em seis etapas, de acordo com o Tabela 2.

**Tabela 2** – Etapas da modelagem e simulação

| <b>Sistemas</b>         | <b>Conceito</b>  |
|-------------------------|--|
| Formulação              | É definido o problema e propósitos da modelagem. Nessa fase o modelo abstrato deve ser criado.   |
| Representação           | É elaborado o modelo conceitual apoiado no uso da modelagem simbólica. Aqui são coletados os dados do sistema.   |
| Implementação           | O modelo conceitual é convertido em computacional e introduzido no programa utilizado na simulação, seguindo os parâmetros determinados.   |
| Verificação e validação | Verificar é assegurar que o modelo conceitual foi transformado no modelo computacional com exatidão. Validar é a consistência do modelo computacional em se assemelhar do sistema real.. |
| Experimentação          | O modelo computacional, agora operacional é estudado quanto às variáveis. Cenários e análises de sensibilidade podem ser testados para encontrar a melhor solução.                       |
| Análise                 | Os resultados da melhor solução são verificados de acordo com objetivos propostos.   |

Fonte: Adaptado de Chwif e Medina (2010).

## 2.4 Unidades de pronto atendimento

Segundo Konder (2013), as Unidades Pronto Atendimento (UPAs), são uma parte pré-hospitalar fixa, de complexidade intermediária e está localizada entre a rede de atenção primária e o sistema hospitalar. Suas principais competências são:

- a) Sempre amparar as demandas por atendimento;
- b) Servir atendimento qualificado e decisório a quadros clínicos agudos ou crônicos agudizados;
- c) Conceder atendimento primeiro aos quadros cirúrgicos e de trauma;
- d) Fazer consulta médica em regime de pronto atendimento aos casos de gravidade inferior;
- e) Manter em análise clínica por até 24h;
- f) Conduzir para internação em hospitais os pacientes com quadros não resolvidos após 24h.

De acordo com o Ministério da Saúde (2007), as UPAs funcionam 24h por dia, sete dias por semana e contam com serviços de raio-X, eletrocardiografia, laboratórios de exames, pediatria e leitos de observação. O processo de atendimento é realizado através de uma triagem, onde os pacientes são chamados conforme a gravidade do seu quadro. Também são habilitadas a atender casos de complexidade baixa e intermediária.

## 3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido em uma unidade de atendimento de saúde criada e coordenada pelo governo federal, com ajuda de órgãos estaduais e municipais. A unidade de pronto atendimento (UPA) foi criada pelo Ministério da Saúde em 2003, oferecendo atendimento médico para grande parte dos casos de urgência e emergência, tendo como objetivo reduzir o tempo de espera em prontos-socorros de hospitais (Ministério do Planejamento, 2003).

A UPA utilizada como fonte de dados para o desenvolvimento da pesquisa fica localizada na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Seguindo o que foi estabelecido pelo ministério da saúde, a unidade em questão funciona 24h horas por dia, oferece tratamento para uma grande diversidade de enfermidades, realizando exames e atendendo casos de emergência.

Quanto aos objetivos gerais, a pesquisa pode ser classificada como exploratória tendo como objetivo identificar e levantar hipóteses sobre determinado objeto de estudo. Os procedimentos de pesquisa utilizados foram: pesquisa bibliográfica relacionada

ao tema abordado e entrevistas não estruturadas. A abordagem dos dados coletados foi parcialmente quantitativa, aplicada a teoria das filas, e qualitativa, durante a análise de dados (GIL, 2002).

A pesquisa teve início com uma visita ao local de estudo e realização de entrevista não estruturada com a enfermeira chefe da UPA. O objetivo era levantar informações sobre o funcionamento da unidade, entendendo os processos e distribuição de recursos envolvidos no atendimento dos pacientes. As etapas de interesse para a pesquisa envolviam desde a chegada até o final da triagem, passando pelo cadastro no balcão de atendimento. O processo de atendimento médico não foi possível ser registrado, pois o acesso a essas áreas é restrito a equipe médica.

Os dados de tempo entre chegada, tempo de atendimento no balcão de entrada e tempo de atendimento da triagem foram coletados e adequados a um modelo de distribuição. O modelo de distribuição adequado foi escolhido a partir do erro quadrático e teste do Chi-quadrado, informações essas já processadas pela ferramenta Input Analyzer do software Arena®. Identificada a melhor expressão que representasse a taxa de chegada, atendimento do balcão e triagem, o sistema foi simulado no próprio programa. Então, os resultados foram utilizados na análise da fila gerada no processo.

Por meio de observação e da entrevista não estruturada realizada junto a enfermeira chefe da UPA, foi possível descrever o processo de triagem. Os pacientes chegam e são encaminhados diretamente para o balcão de atendimento, onde são recebidos por duas atendentes que fazem o cadastro e/ou encaminhamento dos pacientes. Novos pacientes são cadastrados, já os recorrentes são encaminhados para a triagem ou redirecionados para outros centros de atendimentos, quando necessário.

Após serem encaminhados pela recepção, os pacientes que permanecem no sistema permanecem na sala de espera até que sejam chamados para a realização da triagem. Esse processo é sempre realizado por um enfermeiro e um técnico em enfermagem, tratando-se de uma avaliação prévia para determinar a gravidade do paciente, sendo classifica de acordo com cores que vão de azul até vermelho. A Tabela 3 mostra a classificação de risco adotado pela UPA.

**Tabela 3** – Classificação de risco adotada pela UPA estudada

| Urgência      | Características  |
|---------------|--|
| Emergência    | Necessita de atendimento imediato, pacientes graves e com risco de vida.             |
| Muito urgente | Necessita de atendimento imediato, porem sem risco de vida imediato.                 |
| Urgente       | Paciente pode aguardar, pois não apresenta risco de vida.                            |
| Pouco urgente | Paciente pode aguardar, pois trata-se de sintomas leves ou pedido/análise de exames. |

Fonte: Adaptado do protocolo de Manchester utilizado na UPA (2018).

Passado pela triagem, os pacientes são encaminhados para a sala de atendimento onde o médico responsável irá consultá-los, porém o presente trabalho se limita ao processo até a triagem. Isso se deve a restrição de acesso as alas de atendimento, sendo restrito para a equipe médica.

Por meio de visita ao local foram coletadas amostras de tempo entre chegada, tempo de atendimento no balcão de atendimento e tempo de atendimento da triagem. As primeiras cronometragens foram utilizadas para determinar o número de amostras suficientes para um nível de confiança de 95%.

Feito a coleta das amostras necessárias, os dados foram processados pelo *Input Analyzer* do software *Arena*® para identificar qual o modelo de distribuição matemática seria mais adequado para cada um dos processos. Conhecido o comportamento de cada um dos processos, foi possível modelar um sistema que simule o processo de atendimento da UPA estudada, bem como o comportamento de suas filas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a primeira visita ao local, foram coletadas 10 amostras de tempo entre chegada, tempo de atendimento no balcão de atendimento e tempo de atendimento da triagem. A média e variância dos dados foram utilizados para estimar o número ideal de amostras que satisfaçam um erro inferior a 10% e confiança de 95%, como mostra a seguinte equação:

$$N = \frac{(Z^2 \times Var.)}{(E \times Med.)^2} \quad (1)$$

Onde: “N” representa o número ideal de amostras; “Z” o desvio padrão da normal padronizada; “E” o erro esperado; “Var.” a variância da amostra; e “Med.” a média da amostra coletada.

Para um grau de confiança de 95%, ou seja,  $Z(95\%) = 1,96$  e um erro de 10%, o número de amostras recomendadas são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4** – Número de amostras recomendado

| T. entre chegada |        | T. atendimento |         | T. triagem |        |
|------------------|--------|----------------|---------|------------|--------|
| Média            | 7,2    | Média          | 1,2     | Média      | 6,6    |
| Variância        | 12,844 | Variância      | 1,956   | Variância  | 4,489  |
| Z(95%)           | 1,96   | Z(95%)         | 1,96    | Z(95%)     | 1,96   |
| R(10%)           | 0,1    | R(10%)         | 0,1     | R(10%)     | 0,1    |
| <b>N</b>         | 95,184 | <b>N</b>       | 521,699 | <b>N</b>   | 39,588 |

Fonte: Os autores (2018).

Devido a limitação de tempo e recursos disponíveis, foi estabelecido uma meta de 100 amostras para cada etapa envolvida no processo. A quantidade é suficiente para atender o tempo entre chegada e triagem, apesar de não atender o tempo de atendimento no balcão de entrada. Durante as visitas seguintes, em dias variados da semana, foram realizadas mais cronometragens, até que se atingisse o objetivo determinado. Já em posse dos dados desejados, eles foram submetidos a ferramenta *Input Analyzer* do software Arena®. Os resultados são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5** – Modelo de distribuição de cada processo

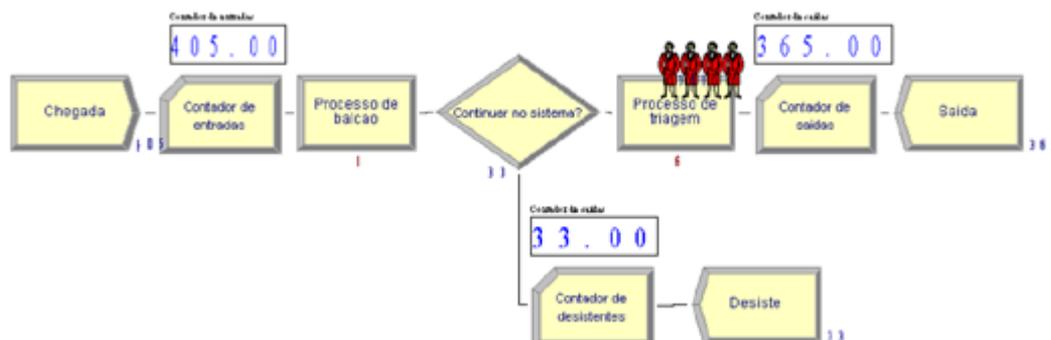
|                        | Tempo entre chegadas     | Tempo de atendimento     | Tempo de triagem            |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <b>Expressão</b>       | -0.5 + GAMM (2.32, 1.85) | -0.5 + LOGN (2.38, 1.71) | 2.5 + 11 * BETA (1.53, 2.2) |
| <b>Erro quadrático</b> | 0.005801                 | 0.005386                 | 0.008556                    |
| <b>Chi-quadrado</b>    | P-valor = 0.276          | P-valor = 0.226          | P-valor = 0.379             |
| <b>Hipótese</b>        | Não rejeita              | Não rejeita              | Não rejeita                 |

Fonte: Os autores (2018).

Os modelos de distribuição escolhidos foram determinados pelo menor índice de erro quadrático. Além disso, o modelo deve ter o P-valor maior ou igual a 5%, significando que os dados possuem aderência a distribuição testada.

Conhecendo o comportamento de chegada dos pacientes, de atendimento no balcão de acesso e atendimento da triagem, o processo pôde ser simulado com auxílio do software Arena®. A Figura 1 ilustra a simulação do processo, considerando uma repetição de 7 dias com turnos de 24h.

**Figura 1** – Simulação do processo de triagem em uma UPA



Fonte: Os autores (2018).

Durante a pesquisa foi observado que cerca de 8% dos pacientes desistem de continuar no sistema após passarem pela recepção, seja por causa da espera ou por encaminhamentos para outros centros de atendimento de saúde. Os resultados ainda mostraram que de um total de 405 pacientes que entraram no sistema, 33 deles desistiram após a recepção, 365 deles completaram a triagem e 7 dos pacientes não completaram o processo.

Analisando as filas formadas, o processo de triagem acarretou em um espera média de 7 minutos e 39 segundos, tendo como espera máxima um valor de 53 minutos e 44 segundos. Por outro lado, a recepção apresentou tempo médio de fila de apenas 5 segundos, com valor máximo de 5 minutos e 53 segundos. Em consequência disso, a fila média formada para a triagem é de 1,91 pacientes, com máxima de até 17 pacientes.

Ambos os processos contam com dois funcionários, porém, o enfermeiro e técnico de enfermagem apresentaram uma taxa de utilização de 84,47%, enquanto as duas atendentes da recepção não ultrapassaram a taxa de 24,15% de utilização.

Com o intuito de verificar a robustez da modelagem proposta, foi realizada uma análise de sensibilidade considerando os parâmetros da simulação apresentada nos resultados, o número de funcionários do balcão de atendimento e triagem foi variado com o intuito de encontrar possíveis melhorias para o processo. A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos.

**Tabela 6 – Análise de sensibilidade**

|                                    | <b>Cenário Atual</b> | <b>Teste 01</b> | <b>Teste 02</b> |
|------------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| <b>Nº de atendentes</b>            | 2                    | 1               | 1               |
| <b>Nº de enfermeiras</b>           | 2                    | 2               | 3               |
| <b>Utilização dos atendentes</b>   | 0,2415               | 0,4948          | 0,4716          |
| <b>Utilização das enfermeiras</b>  | 0,8447               | 0,8495          | 0,5703          |
| <b>Tempo de espera da recepção</b> | 0,068 min            | 1,33 min        | 1,03 min        |
| <b>Tempo de espera da triagem</b>  | 7,65 min             | 7,9 min         | 0,78 min        |
| <b>Fila da recepção</b>            | 0,018 pacientes      | 0,36 pacientes  | 0,27 pacientes  |
| <b>Fila da triagem</b>             | 1,916 pacientes      | 2 pacientes     | 0,194 pacientes |

Fonte: Os autores (2018).

Os testes mostram que alterações no número de atendentes impactam diretamente no tempo de espera e na fila da recepção, reduzindo a um número onde praticamente não há espera. O acréscimo no número de enfermeiros na triagem tornaria o processo muito mais rápido, além de reduzir a utilização, evitando assim, a fadiga dos colaboradores que exercem essa função.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo teve como objetivo a modelagem e simulação da formação de filas em uma unidade de pronto atendimento (UPA), em Campo Grande – MS. A relevância deste problema justifica-se devido a situação em que se encontra o sistema de saúde brasileiro e a necessidade de aumentar a efetividade do Sistema Único de Saúde (SUS).

Os resultados da simulação mostraram que, após o atendimento na recepção, aproximadamente 8% dos pacientes desistem do atendimento. Além disso, tanto nos processos de triagem quanto no processo de atendimento, existe uma variação muito grande entre o tempo mínimo de espera, tempo médio e máximo. Essa variação demonstra algumas deficiências no sistema que não foram identificadas no modelo.

A coleta de dados foi um fator limitante da pesquisa, devido a isso, não foi considerado no modelo o atendimento do paciente após a triagem. Conjuntamente, não foi possível observar uma sazonalidade nos dados, devido ao levantamento ter sido realizado em um curto período de tempo.

Ainda assim, este trabalho pode motivar a realização da análise em outras unidades de saúde e demonstra a transversalidade dos estudos que podem ser desenvolvidos por um engenheiro de produção, ao cruzar a interface de um sistema de saúde com o de modelagem e simulação.

Para trabalhos futuros, sugere-se realizar a coleta de dados por um período de tempo maior, objetivando entender se há sazonalidade nos atendimentos durante o ano e obter um maior número de amostras. Deve ser simulada uma nova proposta que considere as variáveis não identificadas no processo e também, que considere o atendimento do paciente pelo médico, a fim de tornar o modelo mais fiel. A utilização de conceitos Lean tem mostrado excelentes resultados nas organizações de saúde, e deve ser levada em consideração para a redução de filas.

## Referências

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional**. Rio de Janeiro: LTC, 1990.

BRASIL. Lei nº 7.783, de 28 de junho de 1989. Dispõe sobre o exercício do direito de greve, define as atividades essenciais, regula o atendimento das necessidades inadiáveis da comunidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União** - Seção 1, Brasília, p. 10.561, 29 jun. 1989. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1989/lei-7783-28-junho-1989-372139-publicacao-original-1-pl.html>. Acesso em: 26 nov. 2018.

CHOO, C. W. The management of uncertainty: organizations as decision-making systems. In: CHOO, C. W. **The knowing organizations: how organizations use information to construct meaning, create knowledge, and make decisions.** New York: Oxford University, 1998. p. 155- 205.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e prática.** 3. ed. São Paulo: Leonardo Chiwif, 2010.

DAFT, R. I. **Administração.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999.

FREITAS FILHO, P. J. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas.** 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo : Atlas, 2002.

GUIMARAES, E. M. P.; EVORA, Y. D. M. Sistema de informação: instrumento para tomada de decisão no exercício da gerência. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 72-80, abr. 2004.

JUNIOR, K. M. A. S.; TOMITA, S.; KOS, A. O. A. O problema da fila de espera para cirurgias otorrinolaringológicas em serviços públicos. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, São Paulo, v. 71, n. 3, p. 256-262, jun. 2005.

KONDER, M. **Atenção às urgências: a integração das Unidades de Pronto Atendimento 24h (UPAS 24h) com a rede assistencial do município do Rio de Janeiro.** 2013. Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro, 2013.

MARINHO, A. Um estudo sobre as filas para transplantes no Sistema Único de Saúde brasileiro. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 10, p. 2229-2239, out. 2006.

MARINHO, A.; CARDOSO, S. S. Um estudo multinível sobre as filas para internações relacionadas com a gravidez, o parto e o puerpério no SUS. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 527-554, 2007.

MATARAZZO, H. *et al.* **Cenário dos Hospitais no Brasil.** Brasília: Federação Brasileira de Hospitais; Confederação Nacional de Saúde, maio 2018.

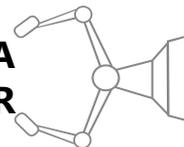
MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Unidade de Pronto Atendimento (UPA 24h).** Brasília: MS, [2007]. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/acoes-e-programas/upa>. Acesso em: 26 nov. 2018.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO. **UPA – Unidade de pronto atendimento.** Brasília: MP, 2003. Disponível em: <http://www.pac.gov.br/infraestrutura-social-e-urbana/upa-unidade-de-pronto-atendimento/br/330>. Acesso em: 20 nov. 2018.

O'DWYER, G. *et al.* O processo de implantação das unidades de pronto atendimento no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 51, p. 125-125, 2017.

ROMERO, C. M. *et al.* Aplicação da teoria das filas na maximização do fluxo de paletes em uma indústria química. **Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento**, São Carlos, v. 2, n. 3, p. 226-231, 2010.

# APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA LAVANDERIA HOSPITALAR



**Nicolas Yudi Kumm Uchi**

Universidade Federal da Grande Dourados  
nicolasyudi123@gmail.com

**Larissa Diniz Freitas**

Universidade Federal da Grande Dourados  
larissafreitas@ufgd.edu.br

**Recebido em:** 06/11/2019

**Aprovado em:** 27/11/2019

**Resumo:** Uma lavanderia hospitalar é um setor de auxílio operacional que atende a demanda do fluxo de enxovais nos setores de um hospital, segundo regulamentações da ANVISA. Este estudo foi feito em um hospital universitário, onde faltava constantemente estoque de *kits* de enxovais com alta demanda e havia excessivo estoque de *kits* com baixa demanda. Desse modo, a pesquisa propôs um modelo de previsão de demanda para os *kits* com alta demanda. Para realizar a aplicação das técnicas de previsão, seguiu-se o método de pesquisa apresentada por Tubino (2007). A primeira etapa do método foi definir o objetivo do modelo. Na etapa da coleta e análise dos dados foi realizado a seleção dos *kits* com altos fluxos no estoque, análises qualitativas sobre o ambiente do local da pesquisa e a hipótese de comportamento das demandas. Na etapa da seleção das técnicas de previsão, aplicou-se as técnicas de média móvel simples e média exponencial móvel e, a partir dos desvios padrões e desvio médio absoluto (MAD), selecionou-se as técnicas mais adequadas para cada *kit*. Na monitoração do modelo, verificou-se a acurácia das técnicas propostas.

**Palavras-chave:** gestão de estoque, controle de erros, hospital universitário.

**Abstract:** A hospital laundry is an operational aid sector that meets the demand for trousseau flow in a hospital sector, according to ANVISA regulations. This study was carried out in a university hospital, where there was constantly a shortage of high demand kits and there was an excessive supply of low demand kits. Thus, the research proposed a demand forecasting model for high demand kits. In order to apply the forecasting techniques, the research method presented by Tubino (2007) was followed. The first step of the method was to define the purpose of the model. In the data collection and analysis stage, the selection of kits with high inventory flows, qualitative analyzes of the research site environment and the hypothesis of behavior of the demands were performed. In the selection of forecasting techniques, simple moving average and moving exponential average techniques were applied and, from standard deviations and absolute mean deviation (MAD), the most appropriate techniques were selected for each kit. In monitoring the model, the accuracy of the proposed techniques was verified.

**Keywords:** inventory management, error control, university hospital.

**Resumen:** *Una lavandería hospitalaria es un sector de ayuda operativa que satisface la demanda de flujo de ajuar en un sector hospitalario, de acuerdo con las regulaciones de ANVISA. Este estudio se llevó a cabo en un hospital universitario, donde constantemente había escasez de kits de canastillas de alta demanda y un suministro excesivo de kits de baja demanda. Por lo tanto, la investigación propuso un modelo de pronóstico de demanda para kits de alta demanda. Para aplicar las técnicas de pronóstico, se siguió el método de investigación presentado por Tubino (2007). El primer paso del método fue definir el propósito del modelo. En la etapa de recolección y análisis de datos, se realizó la selección de kits con altos flujos de inventario, análisis cualitativo del entorno del sitio de investigación y la hipótesis del comportamiento de las demandas. En la selección de técnicas de pronóstico, se aplicaron técnicas simples de promedio móvil y promedio exponencial móvil y, a partir de las desviaciones estándar y la desviación media absoluta (MAD), se seleccionaron las técnicas más apropiadas para cada kit. Al monitorear el modelo, se verificó la precisión de las técnicas propuestas.*

**Palabras clave:** *gestión de inventario, control de errores, hospital universitario.*

## 1. INTRODUÇÃO

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) é imprescindível para qualquer sistema produtivo, seja de manufatura ou de serviços. O dimensionamento do PCP orienta direcionamentos futuros e/ou variáveis que influenciam planejamentos de diferentes horizontes de tempo, aumentando as chances de sucessos organizacionais (LEMOS, 2006).

Uma lavanderia hospitalar presta serviço auxiliar ao atendimento de pacientes através de *kits* de enxovais para proporcionar conforto durante a estadia em um hospital (BRASIL, 2009). Sua função é atender a demanda de enxovais limpos no hospital, logo um gerenciamento baseado em um modelo de previsão e acompanhamento da demanda pode contribuir para a melhoria do nível de serviço.

As previsões de demanda guiam as tomadas de decisões nos planejamentos de longo, médio e curto prazo (LEMOS, 2006). Deixar de atender uma demanda de enxoval no hospital, resulta em atrasos na realização do atendimento e de procedimentos ao paciente.

A inexistência de um PCP na lavanderia hospitalar na qual foi realizada este estudo, resultava em problemas de gerenciamento de estoques, pois a falta de informações das demandas, resultava em produção desordenada, sem priorizar *kits* que possuíam demanda maiores e mais urgentes que outros. A falta de informações sobre as demandas somada à produção desordenada, resultava em excesso de estoque de *kits* de pouca demanda e na falta de estoque de *kits* com alta demanda.

Desse modo, objetivou-se neste artigo aplicar técnicas de previsão de demanda em uma lavanderia hospitalar da cidade de Dourados-MS para melhorar o gerenciamento de estoque dos *kits* de roupas. Para isso, aplicou-se técnicas de previsão de demanda, de acordo com a solicitação de cada produto selecionado e identificadas melhorias que o modelo de previsão poderia trazer a unidade estudada.

Aplicar técnicas de previsão em uma lavanderia, expõem a necessidade do uso do PCP em sistemas de serviços. Os benefícios esperados são a redução de custos de processamento, aumento do nível de serviço e aumento da confiabilidade e eficiência das atividades da lavanderia.

## 2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP)

O PCP é a conciliação do potencial da operação para a oferta de produtos e serviços e as demandas de seus clientes na operação, sendo o conjunto de atividades planejadas que dirigem a operação diária da empresa (SLACK; BRANDON-JONES; JHONSTON, 2018). Corrêa, Gianesi e Caon (2014) afirmam que planejar é entender como a situação presente e a visão sobre o futuro influencia na tomada de decisão para se atingir determinados objetivos. Slack, Brandon-Jones e Jhonston (2018) enfatizam que o processo de planejamento deve ser constante, pois nem tudo que se planeja acaba acontecendo. Os eventos não podem ser totalmente previstos e a natureza das atividades de planejamento e controle muda ao longo do tempo, ou seja, esse processo de planejar de forma constante tem como finalidade incluir as mudanças que ocorrem nos ambientes internos e externos da empresa. Corrêa, Gianesi e Caon (2014) estabelecem alguns passos para o planejamento constante: a) passo 1: levantamento da situação presente das atividades e dos recursos; b) passo 2: desenvolvimento da visão de futuro, metas e objetivos; c) passo 3: tratamento conjunto da situação presente e da visão do futuro, por alguma lógica que transforme os dados coletados atuais e futuros em informações que passam a ser disponibilizadas para a tomada de decisão logística; d) passo 4: decidir sobre o que, quanto, quando produzir e/ou comprar e com que recursos produzir; e) passo 5: execução do plano. Como existem imprevistos, é preciso analisar a situação e redisparar o processo de planejamento sempre que necessário, voltando ao passo 1.

Slack, Brandon-Jones e Jhonston (2018) explicam que o controle é o processo de lidar com variações que podem ocorrer na produção, causadas pelo poder de compra do cliente; atrasos de entregas pelos fornecedores; indisponibilidade de máquinas e trabalhadores; paradas não programadas da produção, entre outros.

De forma geral, o PCP é realizado dividindo o horizonte de tempo em três níveis: a longo, médio e curto prazo (TUBINO, 2007). Cada um desses horizontes tem objetivos traçados como explica Tubino (2007): a) longo prazo: são realizados o plano de produção agregado segundo as estimativas de vendas de longo prazo e o dimensionamento de recursos financeiros e produtivos necessários, podendo incrementar ou reduzir a capacidade produtiva; b) médio prazo: é confeccionado o Planejamento-Mestre da Produção (PMP) de produtos finais, a partir do plano de produção baseado nas previsões de deman-

da a médio prazo ou nos pedidos de carteira confirmados. Além disso, o dimensionando de recursos de produção como matéria-prima e mão-de-obra é elaborado; c) curto prazo: baseado no PMP, nos registros de controle de estoque e nas informações de engenharia, a programação da produção estabelece a curto prazo quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessário para a produção dos produtos finais. Dimensionam-se também as emissões de ordens e sequenciamento da produção.

Observa-se que o planejamento é mais presente nos níveis de longo prazo e o controle aparece no nível de curto prazo (TUBINO, 2007).

## 2.1 Previsão de demanda

O PCP se inicia na previsão de demanda (GURGEL *et al.*, 2015). De acordo com Tubino (2007), a atividade de prever demandas está inserida no planejamento estratégico da produção. Martins e Laugeni (2015) definem essa atividade como um processo metodológico para a determinação de dados futuros com base em modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos ou em modelos subjetivos gerados por metodologia de trabalho previamente definida.

Os métodos existentes de previsão de demanda são classificados em métodos quantitativo ou qualitativo (OLIVEIRA; DOURADOS; MELLO, 2017). Os métodos qualitativos se referem a estimação subjetiva através de opiniões de especialistas (QUEIROZ; CAVALHEIRO, 2003) e são adequados a produtos novos ou a produtos que não possuem dados históricos disponíveis para previsões quantitativas (TUBINO, 2007).

Os métodos quantitativos consistem em analisar matematicamente dados históricos da demanda para projeções futuras. Esses métodos são subdivididos em dois grupos (TUBINO, 2007): Técnicas de correlação e técnicas baseadas em dados temporais.

### 2.1.1 Técnicas baseadas em séries temporais

As técnicas baseadas em séries temporais partem da premissa de que o futuro é uma continuação do passado (TUBINO, 2007; CORRÊA; GIANESI; CAON, 2014). O primeiro passo é visualizar o histórico dos pedidos do produto ou serviço em um gráfico em função do tempo e descobrir a hipótese da variação da demanda a partir do comportamento da curva no gráfico (TUBINO, 2007).

Corrêa, Gianesi e Caon (2014), descrevem as características do comportamento dessas hipóteses: a) permanência: a demanda possui comportamento estável e uniforme; b) sazonal com permanência: a demanda possui sazonalidade que pode ser explicada, porém não possui tendência de aumento ou decréscimo na média da demanda; c)

trajetória: a demanda possui tendência de aumento ou decréscimo a determinada taxa uniforme; d) sazonal com trajetória, é a hipótese em que a demanda apresenta sazonalidade justificada e também possui tendência de aumento ou decréscimo a determinada taxa uniforme.

Verificado o comportamento da demanda a partir dos dados históricos, se escolhe a técnica que melhor se adequa a esses dados (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2014).

### 2.1.1.1 Média móvel simples

A média móvel simples é um modelo simples para previsão de curto prazo e adequado para hipótese de permanência. Corrêa, Gianesi e Caon (2014) explicam que esse modelo suaviza as variações e que a melhor previsão é a média dos últimos “n” períodos. Tubino (2007) recomenda utilizar sempre os dados períodos mais recentes para a previsão do próximo. Desse modo, o modelo de média móvel simples prever a demanda através da Equação 1:  $Dp = \frac{\sum Di}{n}$ , onde:  $Dp$  é a demanda prevista;  $\sum Di$ , os dados históricos;  $n$ , o número de períodos; e,  $i$ , o índice do período.

De acordo com Tubino (2007), sempre que se dispõe de um dado novo, se abandona o dado mais antigo e adota esse dado recente, dessa forma o modelo possui uma sensibilidade maior a esses dados recentes.

### 2.1.1.2 Média exponencial móvel

A média exponencial móvel é o modelo utilizado para hipótese de permanência (CORRÊA, GIANESI; CAON, 2014), mas aqui utiliza-se de todos os dados histórico disponíveis com coeficientes de ponderação que decrescem exponencialmente. Cada previsão é obtida com base na previsão anterior, acrescida de um erro cometido da previsão anterior e corrigido por um coeficiente de ponderação. Equação 2:  $Dp = Di - \alpha(Di - Pi)$  onde:  $\alpha$  é o coeficiente de ponderação; e,  $Pi$ , a previsão do período  $i$ .

O coeficiente  $\alpha$  varia entre 0 e 1 (TUBINO, 2007). Quanto maior for o valor, mais as previsões ficarão sujeitas a variação aleatória da demanda e quanto menor o coeficiente, mais defasadas as previsões ficarão da demanda real.

## 2.2 Monitoração e controle do erro de previsão

Decidido o modelo de previsão implantado, deve-se acompanhar o desempenho das previsões e confirmar sua validade perante a entrada de novos dados que atualiza o banco de dados históricos do modelo de previsão (TUBINO, 2007). Esse monitoramento

é realizado pelo cálculo e acompanhamento do erro de previsão, dado pela diferença entre o valor real da demanda com o valor previsto do mesmo período (GURGEL *et al.*, 2015).

O indicador de monitoração dos erros mais utilizado é o desvio médio absoluto (MAD) que calcula o erro médio das previsões (Equação 3) e fornece estimativas de erros típicos (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2014):  $MAD = \frac{\sum |Dr - Dp|}{n}$ , onde: Dr é a demanda real.

Esse método é realizado em conjunto com o Controle Estatístico do Processo (CEP), sendo que o limite superior e inferior de controle (LSC e LIC respectivamente) do CEP é igual a 4MAD (PIMENTEL; CRUZ; GUERREIRO, 2016). Dessa forma, cada erro de previsão gerado é plotado no gráfico e caso ultrapasse os limites do 4MAD, deve-se investigar o que causou essa variação anormal e corrigir o modelo (TUBINO, 2007).

### 3. LAVANDERIA HOSPITALAR

O processamento de roupas em uma lavanderia hospitalar é uma atividade de apoio que influencia a qualidade da assistência à saúde (CUNHA; CAMPOS; RIFARACHI, 2011). Esse setor é responsável pelo processamento de roupas e sua distribuição em condições de higiene e conservação, em quantidade adequada a todas as unidades do hospital (BRASIL; 1986).

O fluxograma do processamento de roupas nas áreas suja e limpa de uma lavanderia hospitalar começa com a remoção e transporte da roupa suja das unidades geradoras em horários pré-definidos, para não haver fluxos de roupas sujas e entrega de alimentos, medicamentos e, até mesmo, de roupas limpas ao mesmo tempo. As roupas são então recepcionadas na área suja da lavanderia, onde são pesadas e separadas. A separação e classificação obedece aos parâmetros estabelecidos no manual de processamento de roupas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA - BRASIL, 2009). Depois de lavadas, os enxovais são retirados na área limpa. De acordo com suas características, parcela dos enxovais é destinada a secadora e a outra parcela é destinada a calandra. Manualmente as peças são separadas para a montagem dos *kits*. São separadas as roupas que necessitam de relave e as que necessitam de conserto. Logo, as roupas são dobradas e embaladas em sacos plásticos selando os *kits* e destinadas a rouparia (estoque). Os *kits* são entregues em horários fixos e quando as unidades demandam (BRASIL, 2009; BRASIL, 1986).

Portanto, o processamento da roupa com qualidade é fundamental para o bom funcionamento do serviço de saúde, devendo ser efetuado, sem que haja contaminação, ou qualquer outro dano aos usuários, trabalhadores e meio-ambiente (BRASIL, 2009).

## 4. MÉTODO DE PESQUISA

Este estudo teve abordagem quantitativa, pois o objetivo é demonstrar, usando técnicas de análises estatísticas, a melhor opção de modelo de previsão de demanda (MARTINS; MELLO; TURRIONI, 2014). Almeida (2014) explica que a abordagem quantitativa se caracteriza pelo uso de ferramentas estatísticas para o tratamento dos dados, visando medir as relações existentes entre as variáveis.

O método de pesquisa foi o proposto por Tubino (2007), na qual suas etapas constituem a determinação do objetivo do modelo de previsão de demanda a ser desenvolvido, coleta e análise dos dados de demanda, seleção da técnica de previsão, obtenção das previsões e monitoração do modelo. Essa última etapa retroalimenta o objetivo do modelo e a seleção da técnica de previsão, quando as técnicas atuais geram erros fora dos limites estabelecidos.

Dessa forma, seguindo as etapas para a modelagem de um sistema de previsão de demanda de Tubino (2007), a descrição das etapas é apresentada a seguir:

- a) Unidade estudada: lavanderia de um hospital universitário sul mato-grossense, na qual atende a população da cidade em que está localizada e sua região;
- b) Objetivo do modelo: desenvolver um sistema com modelos de previsão de demanda em uma lavanderia hospitalar, de modo a ordenar a produção de *kits* atendendo a demanda dos setores e mantendo um nível de serviço desejado ao atendimento da demanda;
- c) Coleta e análise dos dados: foi realizada diariamente com os dados referentes a demanda dos *kits* na lavanderia do hospital em um total de 62 dias, entre as datas 01/08/2018 a 01/10/2018. Esses dados da demanda foram feitos manualmente pelas camareiras, onde descreviam o atendimento da demanda em uma folha. Os dados coletados foram organizados em planilhas. Assim, selecionou-se os *kits* que apresentavam demandas contínuas e confiáveis, para aplicação das técnicas de previsão. Desse modo, plotou-se um gráfico e através da curva, verificou-se qual a hipótese de comportamento das demandas. Após uma investigação pontuou-se quais eram os fatores de variabilidades;
- d) Seleção da técnica de previsão: após selecionar e analisar os dados das demandas dos *kits*, aplicou-se técnicas de previsão de demanda. Como a necessidade da lavanderia era possuir um quantitativo diário para produção, a técnica de previsão selecionada devia ser de curto prazo. Assim aplicou-se sobre os dados dos *kits* selecionados na etapa anterior, as técnicas de média móvel simples com três períodos e média exponencial móvel com coeficiente de ponderação de 0,5. Desse modo, para selecionar as técnicas de previsão de demanda, ba-

seu-se a escolha das técnicas que apresentaram o menor valor de desvio-padrão e MAD;

- e) Obtenção das previsões: os *kits* em que a técnica média exponencial móvel se mostrou mais adequada, utilizou-se a ferramenta *solver* do Excel para definir o novo valor do coeficiente de ponderação, com parâmetros de variação entre 0,05 e 0,5, para minimizar os erros de previsão;
- f) Monitoração do modelo: para monitorar a validade das técnicas de previsão, foi utilizado o CEP em todos os *kits*, com o limite superior e inferior de controle igual a  $\pm 4MAD$ . Dessa forma, monitorava-se os erros das previsões no CEP a cada período. Caso o erro gerado pelo modelo ultrapassasse os limites de controle, era investigado a causa. Se o erro estivesse dentro dos parâmetros de análise, não necessitava corrigir o modelo. Caso esses fatores de variação de demanda não explicassem os erros fora dos limites de controle, o modelo deveria ser corrigido, voltando à etapa de coleta e análise de dados.

## 5. RESULTADOS

Como esse estudo foi gerado uma grande quantidade de dados quantitativos. Para apresentá-los ordenadamente às etapas da metodologia, este capítulo foi subdividido em 4 seções: coleta e análise dos dados, seleção das técnicas de previsão e monitoração do modelo.

### 5.1 Coleta e análise dos dados

Tendo os dados coletados das demandas de todos os *kits* distribuídos nos setores, procurou-se selecionar aqueles cujos fluxos no estoque eram maiores. A Tabela 1 apresenta os dados históricos das demandas de cada *kit* coletados durante os 62 dias.

Análises qualitativas foram analisadas sobre os dados da Tabela 1, pontuando variáveis que afetavam a demanda e que eram eventos que não podiam ser previstos, como: perfil dos pacientes de cada setor (exemplo, pacientes que expeliam secreções, demandavam maior quantidade de trocas de enxovais); tempo de permanência do paciente; variações climáticas; manutenção e reforma em setores do hospital; demanda de uniformes para os acadêmicos que faziam visitas e estudos no hospital; filas de espera para o atendimento médico; erro na anotação das demandas.

A próxima análise foi observar o comportamento das demandas através de gráficos, utilizando os dados da Tabela 1. Foram gerados, então, gráficos do comportamento das demandas dos *kits* selecionados. Observou-se que as demandas possuíam hipóteses de comportamento de permanência, significando que os dados futuros seriam aleatórios, mas que se encontrariam próximo a linha de tendência.

Com os dados apresentados na Tabela 1, aplicou-se a Equação 1 e a Equação 2, para gerar as previsões. E com a diferença da demanda real e dos valores obtidos, aplicou-se a Equação 3 para definir o valor do indicador MAD.

## 5.2 Seleção das técnicas de previsão

Para os *kits* selecionados, foram aplicadas as técnicas média móvel simples e média exponencial móvel com coeficiente de 0,5, em um primeiro momento (Tabela 2). As técnicas escolhidas foram aquelas que apresentaram os menores valores de desvio padrão e MAD.

Observa-se na Tabela 2 que para o *kit* toalha de banho, a técnica média móvel simples apresentou o maior desvio-padrão, porém o menor MAD. Nesse caso, foi escolhida a técnica que apresentou o menor valor de MAD, pois os limites no CEP foram menores. Logo, para os *kits* em que a média exponencial móvel se mostrou mais adequada, utilizou a ferramenta *solver* do excel, definindo novos coeficientes de ponderação, minimizando os desvios-padrões dos erros gerados. A Tabela 3 mostra as técnicas selecionadas para os *kits* com os novos coeficientes.

**Tabela 1** – Histórico de demanda dos kits selecionados

| Data               | Histórico de demandas dos kits |                     |                 |                 |             |             |                |         |                 |
|--------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|----------------|---------|-----------------|
|                    | Lençol com elástico            | Lençol sem elástico | Cobertor adulto | Toalha de banho | Privativo M | Privativo G | Blusa e shorts | Avental | Toalha de rosto |
| 2018 Quarta-feira  | 82                             | 106                 | 60              | 56              | 54          | 12          | 17             | 15      | 2               |
| 2018 Quinta-feira  | 109                            | 129                 | 80              | 61              | 67          | 17          | 27             | 27      | 6               |
| 2018 Sexta-feira   | 91                             | 123                 | 85              | 60              | 54          | 12          | 12             | 15      | 2               |
| 2018 Sábado        | 94                             | 121                 | 81              | 59              | 35          | 10          | 23             | 12      | 5               |
| 2018 Domingo       | 86                             | 119                 | 79              | 63              | 36          | 9           | 18             | 16      | 4               |
| 2018 Segunda-feira | 93                             | 128                 | 71              | 60              | 86          | 31          | 25             | 13      | 5               |
| 2018 Terça-feira   | 113                            | 129                 | 74              | 63              | 57          | 13          | 13             | 11      | 3               |
| 2018 Quarta-feira  | 108                            | 131                 | 77              | 66              | 53          | 19          | 23             | 23      | 4               |
| 2018 Quinta-feira  | 81                             | 98                  | 90              | 53              | 42          | 14          | 12             | 20      | 2               |
| 2018 Sexta-feira   | 108                            | 130                 | 68              | 60              | 63          | 16          | 21             | 3       | 5               |
| 2018 Sábado        | 90                             | 114                 | 84              | 62              | 39          | 8           | 18             | 14      | 3               |
| 2018 Domingo       | 95                             | 122                 | 69              | 66              | 35          | 9           | 22             | 11      | 5               |
| 2018 Segunda-feira | 97                             | 136                 | 77              | 64              | 58          | 15          | 15             | 9       | 2               |
| 2018 Terça-feira   | 101                            | 132                 | 57              | 59              | 63          | 16          | 21             | 12      | 5               |
| 2018 Quarta-feira  | 87                             | 121                 | 66              | 61              | 58          | 17          | 14             | 8       | 3               |
| 2018 Quinta-feira  | 110                            | 139                 | 48              | 63              | 57          | 16          | 28             | 14      | 7               |
| 2018 Sexta-feira   | 58                             | 87                  | 48              | 46              | 25          | 15          | 15             | 14      | 3               |
| 2018 Sábado        | 96                             | 110                 | 50              | 69              | 43          | 14          | 25             | 9       | 5               |
| 2018 Domingo       | 84                             | 118                 | 74              | 62              | 40          | 8           | 19             | 14      | 3               |
| 2018 Segunda-feira | 105                            | 130                 | 93              | 60              | 59          | 17          | 29             | 22      | 4               |
| 2018 Terça-feira   | 90                             | 121                 | 68              | 66              | 48          | 16          | 14             | 17      | 3               |
| 2018 Quarta-feira  | 104                            | 129                 | 55              | 62              | 66          | 17          | 20             | 8       | 7               |
| 2018 Quinta-feira  | 85                             | 106                 | 75              | 49              | 82          | 16          | 23             | 20      | 4               |
| 2018 Sexta-feira   | 94                             | 124                 | 62              | 67              | 63          | 19          | 18             | 18      | 7               |
| 2018 Sábado        | 98                             | 110                 | 68              | 54              | 50          | 12          | 18             | 21      | 4               |
| 2018 Domingo       | 83                             | 102                 | 70              | 45              | 41          | 14          | 22             | 10      | 4               |
| 2018 Segunda-feira | 92                             | 117                 | 67              | 45              | 78          | 12          | 13             | 33      | 1               |
| 2018 Terça-feira   | 121                            | 149                 | 67              | 48              | 77          | 15          | 31             | 18      | 7               |
| 2018 Quarta-feira  | 90                             | 112                 | 75              | 43              | 74          | 11          | 13             | 16      | 4               |
| 2018 Quinta-feira  | 111                            | 129                 | 56              | 58              | 59          | 14          | 34             | 24      | 5               |
| 2018 Sexta-feira   | 85                             | 125                 | 70              | 53              | 60          | 11          | 24             | 11      | 1               |
| 2018 Sábado        | 87                             | 105                 | 49              | 45              | 35          | 11          | 16             | 10      | 5               |
| 2018 Domingo       | 81                             | 105                 | 129             | 51              | 43          | 8           | 11             | 20      | 5               |
| 2018 Segunda-feira | 107                            | 122                 | 62              | 50              | 69          | 14          | 31             | 26      | 5               |
| 2018 Terça-feira   | 98                             | 125                 | 75              | 56              | 81          | 13          | 24             | 10      | 2               |
| 2018 Quarta-feira  | 117                            | 135                 | 58              | 56              | 66          | 11          | 30             | 13      | 5               |
| 2018 Quinta-feira  | 92                             | 127                 | 72              | 55              | 76          | 12          | 14             | 22      | 4               |
| 2018 Sexta-feira   | 95                             | 108                 | 63              | 56              | 61          | 16          | 25             | 14      | 7               |
| 2018 Sábado        | 67                             | 88                  | 80              | 43              | 33          | 10          | 12             | 19      | 3               |
| 2018 Domingo       | 83                             | 108                 | 48              | 46              | 40          | 8           | 27             | 18      | 5               |
| 2018 Segunda-feira | 96                             | 128                 | 63              | 54              | 56          | 14          | 23             | 35      | 1               |
| 2018 Terça-feira   | 112                            | 134                 | 49              | 60              | 63          | 16          | 31             | 30      | 5               |
| 2018 Quarta-feira  | 80                             | 120                 | 61              | 48              | 69          | 12          | 16             | 27      | 2               |
| 2018 Quinta-feira  | 118                            | 133                 | 50              | 59              | 81          | 14          | 21             | 30      | 6               |
| 2018 Sexta-feira   | 111                            | 133                 | 61              | 61              | 80          | 15          | 24             | 14      | 3               |
| 2018 Sábado        | 89                             | 106                 | 49              | 49              | 37          | 12          | 26             | 3       | 5               |
| 2018 Domingo       | 67                             | 97                  | 79              | 50              | 41          | 9           | 8              | 6       | 2               |
| 2018 Segunda-feira | 136                            | 156                 | 60              | 77              | 83          | 20          | 37             | 34      | 5               |
| 2018 Terça-feira   | 97                             | 121                 | 68              | 53              | 78          | 13          | 15             | 25      | 3               |
| 2018 Quarta-feira  | 136                            | 170                 | 54              | 73              | 84          | 22          | 22             | 21      | 5               |
| 2018 Quinta-feira  | 118                            | 141                 | 65              | 62              | 74          | 17          | 15             | 29      | 2               |
| 2018 Sexta-feira   | 121                            | 151                 | 50              | 69              | 71          | 19          | 33             | 28      | 5               |
| 2018 Sábado        | 62                             | 90                  | 63              | 35              | 44          | 8           | 18             | 8       | 4               |
| 2018 Domingo       | 86                             | 101                 | 45              | 53              | 46          | 10          | 24             | 10      | 5               |
| 2018 Segunda-feira | 89                             | 120                 | 56              | 50              | 82          | 22          | 16             | 26      | 2               |
| 2018 Terça-feira   | 94                             | 119                 | 49              | 56              | 62          | 13          | 10             | 15      | 5               |
| 2018 Quarta-feira  | 90                             | 121                 | 53              | 44              | 68          | 13          | 25             | 9       | 3               |
| 2018 Quinta-feira  | 113                            | 149                 | 59              | 80              | 89          | 18          | 27             | 9       | 5               |
| 2018 Sexta-feira   | 97                             | 123                 | 56              | 58              | 73          | 17          | 17             | 26      | 5               |
| 2018 Sábado        | 91                             | 108                 | 51              | 60              | 45          | 11          | 25             | 16      | 5               |
| 2018 Domingo       | 68                             | 98                  | 70              | 50              | 45          | 18          | 11             | 7       | 4               |
| 2018 Segunda-feira | 115                            | 142                 | 49              | 73              | 78          | 19          | 32             | 46      | 5               |

Fonte: Elaborada pelos autores

**Tabela 2** – Valores dos indicadores de erros para cada *kit*

| Kits                | Técnicas de previsão |        |                         |        |
|---------------------|----------------------|--------|-------------------------|--------|
|                     | Média móvel simples  |        | Média exponencial móvel |        |
|                     | Desvio padrão        | MAD    | Desvio Padrão           | MAD    |
| Lençol com elástico | 20,006               | 14,853 | 19,511                  | 14,558 |
| Lençol sem elástico | 20,687               | 15,441 | 19,640                  | 14,829 |
| Cobertor adulto     | 15,630               | 10,763 | 15,339                  | 10,616 |
| Toalha de banho     | 9,773                | 6,853  | 9,760                   | 7,104  |
| Privativo M         | 20,247               | 17,045 | 18,242                  | 14,935 |
| Privativo G         | 4,926                | 3,605  | 4,909                   | 3,603  |
| Blusa e shorts      | 8,565                | 7,186  | 8,674                   | 7,243  |
| Avental             | 12,326               | 9,565  | 12,501                  | 9,511  |
| Toalha de rosto     | 4,986                | 4,153  | 4,955                   | 4,060  |
| Cueiro              | 4,176                | 3,158  | 4,211                   | 3,259  |

Fonte: Elaborada pelos autores

**Tabela 3** – Técnicas selecionadas para cada *kit*

| Kits                | Técnica de previsão selecionada | Coefficiente de ponderação |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Lençol com elástico | Média exponencial móvel         | 0,05                       |
| Lençol sem elástico | Média exponencial móvel         | 0,05                       |
| Cobertor adulto     | Média exponencial móvel         | 0,136                      |
| Toalha de banho     | Média móvel simples             | -                          |
| Privativo M         | Média exponencial móvel         | 0,05                       |
| Privativo G         | Média exponencial móvel         | 0,05                       |
| Blusa e shorts      | Média móvel simples             | -                          |
| Avental             | Média exponencial móvel         | 0,05                       |
| Toalha de rosto     | Média exponencial móvel         | 0,05                       |
| Cueiro              | Média móvel simples             | -                          |

Fonte: Elaborada pelos autores

### 5.3 Monitoração do modelo

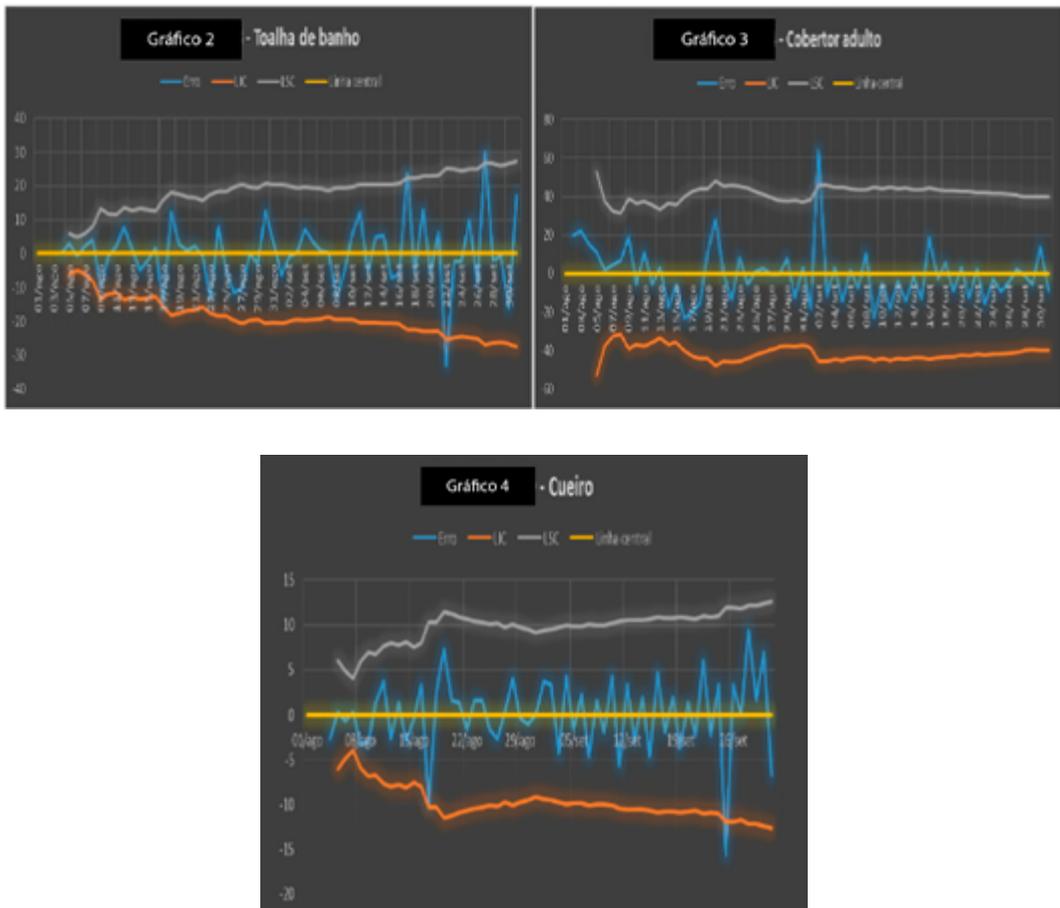
A monitoração do modelo foi realizada em conjunto com a obtenção das previsões durante os 62 dias da coleta de dados, para verificar a acurácia das técnicas escolhidas e o comportamento dos erros ao decorrer do tempo. Analisando esses gráficos, observou-se que houve erros fora dos limites de controle do CEP em determinados dias, como mostra os Gráficos 2, 3 e 4 da Figura 1. As causas desses erros foram decorrentes dos fatores já pontuados. Esses fatores fazem a demanda real ser maior e menor que o previsto. Portanto, observa-se que os erros ocorrem dentro dos limites do CEP nas maiorias dos dias, indicando que as previsões estão dentro dos parâmetros aceitáveis pelo sistema.

## 6. CONCLUSÃO

O presente trabalho realizou a aplicação das técnicas de previsão de demanda de curto prazo em uma lavanderia hospitalar, de modo a conceder um modelo de previsão que auxiliasse na produção dos kits de forma eficiente.

Os coeficientes de ponderação utilizados na técnica de média exponencial móvel, se apresentaram entre 0,05 e 0,14, significando que as previsões devem estar próximas a linha de tendência das demandas, para se minimizar os erros. A média móvel simples, em alguns casos se apresentou com erros menores do que a média exponencial móvel com coeficiente de ponderação 0,5, justificando a sua escolha para o modelo.

**Figura 1** – CEP dos erros de previsão dos kits



Fonte: Elaborada pelos autores.

Há a hipótese de que o modelo poderia consistir apenas com a técnica média exponencial móvel, apenas ajustando o seu coeficiente de modo que minimizasse os erros, porém o sistema propõe um modelo flexível com as duas técnicas e apto a ser utilizados para os próximos dias.

Com os dados gerados pelo modelo de previsão de demanda é possível continuar a realizar o planejamento de médio e curto prazo do PCP da lavanderia. Como a lavanderia opera com grandes níveis de estoques de *kits*, sugere-se estudos sobre o cálculo de estoques mínimo e máximo.

## Referências

ALMEIDA, M. S. **Elaboração de projeto, TCC, dissertações e teses**: uma abordagem simples, prática e objetiva. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Processamento de roupas em serviços de saúde**: prevenção e controle de riscos. Brasília: Anvisa, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de Lavanderia Hospitalar**. Brasília: Centro de documentação do Ministério da Saúde, 1986.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção - MRPII/ERP**: conceitos, uso e implantação base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

CUNHA, A. M. C. A.; CAMPOS, C. E.; RIFARACHI, H. H. C. Aplicabilidade da metodologia *lean* em uma lavanderia hospitalar. **Revista Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 311-318, 2011.

GURGEL, J. L. M. *et al.* Modelo de previsão de demanda: Análise da produção em uma empresa do setor cerâmico do Rio Grande do Norte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2015. p.17.

LEMO, F. O. **Metodologia para seleção de métodos de previsão de demanda**. 2006. p. 183. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

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

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

OLIVEIRA, E. S.; DOURADO, J. D.; MELLO, J. A. Aplicação de modelos de previsão de demanda em uma fábrica de embalagens plásticas. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Rio Verde, n. 2, p. 19, 2017.

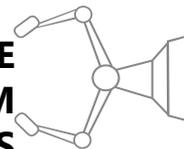
PIMENTEL, F. Q. A.; CRUZ, R. G. G.; GUERREIRO, R. P. Aplicação de técnicas de previsão de demanda em uma loja de materiais de construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2016, p. 12.

QUEIROZ, A. A.; CAVALHEIRO, D. Método de previsão de demanda e detecção de sazonalidade para o planejamento da produção da indústria de alimentos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2003, p. 8.

Slack, N.; Brandon-Jones, A.; Jhonston, R. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção**: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

# AVALIAÇÃO ERGONÔMICA NO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL: APLICAÇÃO DO MÉTODO *RULA* EM UMA FÁBRICA DE PRÉ-MOLDADOS



## **Isabela Benfica Benedito**

Universidade Federal de Viçosa - UFV  
isabelabenfica@hotmail.com

## **Isabella Silva Alves**

Universidade Federal de Viçosa - UFV  
isabella.s.alves@outlook.com

## **Brendo Otávio Paiva Castro**

Universidade Federal de Viçosa - UFV  
brendoopc@outlook.com

## **Letícia Fátima de Castro**

Universidade Federal de Viçosa - UFV  
leticiafatimacastro@gmail.com

## **Samuel Borges Barbosa**

Universidade Federal de Viçosa - UFV  
osamuelbarbosa@gmail.com

**Recebido em:** 02/09/2019

**Aceito em:** 05/11/2019

**Resumo:** A construção civil evidencia sua importância no cenário econômico brasileiro atual, uma vez que há uma grande necessidade por mão de obra vindo desse setor. Como consequência dessa abrangente oferta de trabalho, para a realização de tarefas laboriosas, a ergonomia acaba se tornando uma área de estudo importante, principalmente em relação à adequação de postos de trabalho. Dessa forma, o presente artigo mostra um estudo ergonômico em uma fábrica de materiais estruturais pré-moldados. O objetivo da pesquisa foi analisar um dos postos de trabalho que exigem mais esforço físico na empresa. A partir de dados coletados, foi aplicada uma avaliação postural através do método Rapid Upper Limb Assessment (RULA),

seguido pela elaboração de um diagnóstico que obteve como consequência a elaboração de recomendações para a melhora do posto de trabalho em questão.

**Palavras-chave:** Construção civil. Ergonomia. RULA. Posto de Trabalho.

**Abstract:** *The civil construction shows its importance in the brazilian economic scenario, once that, exists a big requirement for manpower coming from this sector. As a consequence of this embracing job offer, to perform laborious tasks, ergonomics has become an important area of study, especially related to the adequacy of jobs. Therefore, the present article shows an ergonomic study in a precast structural factory. The objective of the research was to analyze one of the jobs that require more physical effort in the company. From the data collected, a postural evaluation was applied through the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) method, followed by the elaboration of a diagnosis that resulted in the elaboration of recommendations for the improvement of the job position studied.*

**Keywords:** *Civil construction. Ergonomics. RULA. Work station.*

**Resumen:** *La construcción civil destaca su importancia en el escenario económico brasileño actual, ya que existe una gran necesidad de mano de obra de este sector. Como consecuencia de esta oferta de trabajo integral, para la realización de tareas laboriosas, la ergonomía se ha convertido en un área importante de estudio, especialmente en relación con la adecuación de los trabajos. Así, el presente artículo muestra un estudio ergonómico en una fábrica de materiales estructurales prefabricados. El objetivo de la investigación fue analizar uno de los trabajos que requieren más esfuerzo físico en la empresa. A partir de los datos recopilados, se aplicó una evaluación postural a través del método de Evaluación Rápida del Miembro Superior (RULA), seguido de la elaboración de un diagnóstico que resultó en la elaboración de recomendaciones para la mejora del trabajo en cuestión.*

**Palabras clave:** *construcción. Ergonomía RULA Puesto de trabajo.*

## 1. INTRODUÇÃO

A ergonomia aplicada aos sistemas produtivos é cada vez mais solicitada para resolver problemas relacionados à análise e reestruturação de processos, permitindo um melhor entendimento das questões referentes às atividades de trabalho e à adequação dos postos de trabalho. Nesse sentido a ergonomia também colabora com a introdução de novas tecnologias e processos para a melhoria das atividades laborais e da qualidade de vida dos trabalhadores. A caracterização da atividade é importante para mensuração do desempenho dos sistemas de produção, com o propósito de se obter um funcionamento estável em relação tanto a quantidade como à qualidade. Postos de trabalho inadequados acabam gerando, à população de trabalhadores, problemas que refletem nas questões de produtividade e saúde (ABRAHÃO, 2000).

A Análise Ergonômica do Trabalho (AET) é definida como um estudo no ambiente de trabalho, com o objetivo de desdobrar as consequências físicas e psicológicas decorrentes do trabalho humano no meio produtivo. Assim, a AET busca compreender, diagnosticar e estabelecer sugestões para situações consideradas críticas, além de criar uma relação entre os problemas da organização e a ocorrência de lesões físicas e transtornos (FERREIRA; RIGHI, 2009).

Segundo Takahashi *et al.* (2012), a construção civil reflete o setor de maior absorção de mão de obra, consequência de sua abrangente oferta de trabalho, sem muitas restrições, dessa forma, percebe-se a importância desse setor para o cenário econômico brasileiro. Por sua própria natureza, a indústria de construção civil demanda trabalhadores para execução de tarefas árduas, o que torna a ergonomia indispensável para a diminuição de riscos laborais e preservação da saúde, tanto física quanto mental, dos trabalhadores (SAAD; XAVIER; MICHALOWSKI, 2006).

Levando em consideração todo o contexto estabelecido, o presente trabalho apresenta um estudo ergonômico em uma fábrica de materiais estruturais pré-moldados. O objetivo da pesquisa foi aplicar uma análise ergonômica do trabalho em um posto de trabalho do setor de construção civil. A partir de dados coletados, foi estabelecido um método de análise, seguido pela elaboração de um diagnóstico que obteve como consequência a elaboração de recomendações para a melhora do posto de trabalho em questão.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção trata de assuntos relacionados ao tema de estudo, que se fazem relevantes para sua compreensão.

### 2.1 O setor de Construção civil

O setor de construção civil está associado direta e indiretamente à geração de valor adicionado, emprego, renda e tributos, sendo de grande valia para o desenvolvimento econômico brasileiro (TEIXEIRA; CARVALHO, 2005). Tal setor, preenche a falta de determinados recursos através de setores estratégicos, uma vez que, está diretamente relacionado a três setores da economia: comercial, público e residencial. Além disso, também se encontra indiretamente vinculado ao setor industrial, devido à produção de diversos tipos de materiais de construção (TAVARES; LANBERTS, 2005).

O ciclo de vida de uma edificação se inicia na produção dos materiais de construção que serão utilizados, seguido pelo transporte dos mesmos até o local da obra propriamente dita, e prolongando-se pela vida útil da edificação até a demolição e deposição final dos materiais (TAVARES; LANBERTS, 2005). Foram elaboradas leis e políticas públicas relacionadas à gestão dos resíduos gerados pelo setor de construção civil, com o objetivo de reduzir os danos ao meio ambiente. Deste modo, a fim de apresentar maior transparência nas práticas que possuem a finalidade de reduzir os impactos ambientais,

tal setor desenvolveu políticas de meio ambiente por meio de fiscalização ambiental (DE MORAIS LUZ; CAVALCANTE; DE CARVALHO, 2014).

O ramo de construção civil atualmente está em destaque na economia brasileira e, embora movimente grandes quantidades de recursos, oferece muitos riscos aos seus trabalhadores, os quais enfrentam um grande número de acidentes de trabalho, ambientes insalubres e lesões musculoesqueléticas (LONGEN; DE MATOS PEREIRA; JÚNIOR, 2016). As atividades realizadas por estes trabalhadores envolvem muitas vezes o emprego de esforços físicos, gerados pelas alavancas dos diferentes segmentos corporais, em um ritmo acelerado e envolvendo posições corporais desfavoráveis (PEREIRA *et al.*, 2015).

## 2.2 A Ergonomia e a Análise Ergonômica do Trabalho

A ergonomia é definida como a “ciência do trabalho”, uma vez que expõe diversas situações das condições de trabalho que necessitam ser melhoradas, para oferecerem maior segurança, conforto e eficácia aos colaboradores e aos seus postos de trabalho (ORMELEZ; ULBRICHT, 2010). Também utilizada no setor de serviços, a ergonomia, analisa a satisfação dos consumidores em relação ao novo produto, e além do mais, tem sido empregada com a finalidade de melhorar continuamente o cotidiano das pessoas, uma vez que, a aplicação da ergonomia não se restringe apenas às indústrias (DE GOIS LEITE; DE CARVALHO, 2011).

A Análise Ergonômica do Trabalho (AET) se estabeleceu no campo das ciências do trabalho como um método eficaz e capaz de entender e compreender a perspectiva do trabalho para transformá-lo (FERREIRA, 2015). Esse método está dividido em três fases principais: a análise da demanda, a análise da tarefa e a análise da atividade. A análise da demanda é responsável pela análise do problema, delimitando o objeto de estudo e esclarecendo suas finalidades. A análise da tarefa efetua o levantamento de dados referentes aos objetivos e resultados esperados, além dos meios disponíveis para a realização do trabalho. Por fim, a análise da atividade consiste na compreensão do trabalho realmente realizado, as dificuldades encontradas e as estratégias para superá-las (GEMMA; TERESO; ABRAHÃO, 2010).

Existe uma abundância de estudos utilizando o método AET na literatura. Em estudo de uma média empresa do ramo de vendas de peças automotivas e geradores, Coelho e Da Silva (2013) encontraram uma sobrecarga de trabalho e deficiências na infraestrutura do setor de almoxarifado, propondo transformações como: aumento do espaço físico, organização, endereçamento dos materiais improdutivos, identificação visual nas prateleiras do material, alterações de *layout* e a contratação de um estagiário-

rio. No ramo de hortifrutigranjeiros, Ormelez e Ulbricht (2010) afirmam que a tarefa de transporte de caixas de tomate apresenta jornadas de trabalho onde 49% das posturas merecem atenção a curto prazo ou imediata, sugerindo mudanças como a reorganização do trabalho, a implantação de um programa de ginástica laboral preparatória, a criação de uma capacitação para organizar a movimentação correta da carga e a criação de um mapa de risco.

Alguns métodos podem ser utilizados juntamente à AET como o método RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*), que segundo Masculo e Vidal (2013), foi desenvolvido para avaliar de maneira rápida o risco de trabalhadores a exposição de posturas e atividades musculares inadequadas e aquisição de LER (lesões por esforços repetitivos) e DORT (Doenças Osteoarticulares Relacionadas ao Trabalho). Além disso, o autor afirma que o método se baseia na observação direta das posturas adotadas pelas extremidades superiores, pescoço, ombros e pernas durante a realização da tarefa alvo de estudo. Investigando as condições ergonômicas por meio da AET em uma serraria, Falcão *et al.* (2011) identificou o posto de trabalho mais crítico como sendo o controle do Carro Porta-Toras Pneumático-Automático (CPTPA), e por meio do método RULA percebeu a necessidade urgente de melhorias de âmbito postural, dentre elas a troca do assento utilizado que passaria a possuir um encosto adequado para costas e braços, além de conforto e altura ideal.

### 3. MÉTODO

O estudo em questão foi realizado em uma empresa localizada na cidade de Rio Paranaíba, no estado de Minas Gerais, que realiza a fabricação de produtos estruturais pré-moldados, como blocos de concreto, que é o foco deste estudo. Atualmente, a empresa consta com um quadro de seis funcionários, sendo estes divididos em: quatro na parte operacional e dois na parte administrativa, com jornada de trabalho de oito horas por dia.

A pesquisa foi dividida em sete etapas como ilustrado na Figura 1. Em um primeiro momento, foi realizado um levantamento teórico, a fim de colher informações para o auxílio da escolha do método e embasamento do estudo. Na segunda fase foi realizada uma análise da demanda, seguida pela análise da tarefa e da atividade, respectivamente. Com todos os dados levantados, foi aplicada uma avaliação postural através do método *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA), com o objetivo de identificar problemas associados à situação física-postural do trabalhador. Após a avaliação postural, foram elaborados o diagnóstico e as recomendações.

**Figura 1 – Fases do Estudo**

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

As Lesões por Esforço Repetitivo (LER) têm sido apontadas nos últimos tempos como um dos principais grupos de doenças relacionadas ao trabalho (JUNIOR, 2006). Grande parte das agressões à coluna vertebral pode ser atribuída a condições ergonômicas inadequadas de postos de trabalho e equipamentos utilizados (ALEXANDRE; ROGANTE, 2000). Dessa forma, uma das etapas da AET, deste estudo, lidou com a avaliação postural, levando em consideração os fatores de risco no posto de trabalho, que são potencialmente prejudiciais ao sistema músculo-esquelético dos trabalhadores.

Para o estudo em questão, foi proposto o uso do método RULA que propõe uma avaliação rápida dos danos potenciais aos membros superiores em consequência da postura adotada. Segundo Junior (2006), o método avalia a postura do pescoço, tronco e membros superiores e relaciona com o esforço muscular e a carga externa a qual o corpo está sujeito, portanto, o método foi desenvolvido para investigar a exposição dos trabalhadores aos fatores de risco associados aos distúrbios dos membros superiores.

O método faz do uso de diagramas de postura do corpo humano e tabelas para a avaliação da exposição aos fatores de risco. O método RULA foi desenvolvido visando três objetivos principais: proporcionar um método de pesquisa rápido da população aos fatores de risco de distúrbios dos membros superiores, identificar o esforço muscular que está associado com a postura de trabalho, força e trabalho estático ou repetitivo e gerar resultados que podem ser incorporados em uma avaliação ergonômica mais ampla (JUNIOR, 2006).

## 4. APLICAÇÃO DA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO

### 4.1 A Demanda

A Demanda surgiu a partir da percepção dos autores da quantidade de esforço físico requerida pelos profissionais da empresa, comum em empresas do setor. Também foram notadas condições ambientais que podem ser prejudiciais para os funcionários, como o ruído, temperatura e presença de entulho no ambiente.

Do ponto de vista legal, de acordo com a legislação trabalhista, a qual protege todos os trabalhadores por meio de normas, todo trabalhador que executa suas funções em atividades insalubres ou perigosas tem o direito de receber adicional de insalubridade, com a finalidade de amenizar o impacto destas atividades na saúde do trabalhador (BRASIL, 1977).

Dessa forma, a realização da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) foi considerada importante e autorizada pelo proprietário da empresa.

### 4.2 Análise da Tarefa

A tarefa analisada se trata do reabastecimento da máquina de fabricação de blocos de concreto, após a retirada da massa da betoneira. A tarefa é executada sempre que a massa produzida pela betoneira fica pronta e é depositada no chão. Os movimentos realizados são repetitivos e sempre iguais.

Para facilitar o entendimento de todas as atividades envolvidas na fabricação dos blocos de concreto, foi realizado um Diagrama Sistemático do Processo de Trabalho apresentado na Figura 2.

**Figura 2** – Diagrama Sistêmico do Processo de Trabalho

Fonte: Elaborado pelos autores.

Através de entrevistas realizadas com os trabalhadores, foi possível identificar a realização de um revezamento nas linhas de produção. Esta rotatividade é realizada de acordo com a necessidade do estoque de produtos acabados ou de acordo com as demandas solicitadas a empresa.

Apenas o operário chefe, o qual é responsável pela atividade de fabricação de blocos, possui seu posto de trabalho fixo. Os demais operários fazem uma espécie de *job rotation*, com base nas recomendações do operário chefe, a fim de que estes tenham menos fadiga em relação às tarefas que são executadas diariamente.

As recomendações são repassadas totalmente de forma verbal. Não existe gestão à vista na área operacional, nem controle de produtividade de funcionários. Apesar disso, os funcionários não apresentam queixas quanto às relações interpessoais no trabalho e afirmam que a relação com o chefe é muito boa.

Em relação às características socioeconômicas, todos os funcionários trabalham de carteira assinada. Os operários têm formação em ensino fundamental e médio e são classificados como pessoas de classe média e classe média-baixa.

O ambiente de trabalho da empresa em estudo é caracterizado por ser um galpão de cobertura metálica, cujas dimensões são de aproximadamente 22m x 8m, completamente aberto em três de suas quatro laterais, o que caracteriza um espaço bastante arejado. Apesar de coberto, os operários estão sujeitos à luz do sol em certos horários do dia. A iluminação do local, por ser um galpão aberto, foi considerada boa, não havendo reclamação por parte dos funcionários a respeito.

Todavia, os funcionários estão muito expostos à poeira, vinda, principalmente, do cimento e da areia que são usados como matéria-prima. Além disso, foi relatado através de entrevistas que durante períodos de chuva intensa a fabricação é interrompida. Parte do ambiente pode ser visualizado na Figura 3.

**Figura 3** – Ambiente de trabalho



Fonte: Elaborado pelos autores.

A atividade é realizada em local fixo devido à magnitude da máquina de processamento dos blocos. Dessa forma, a atividade de reabastecimento da máquina é uma das que estão mais sujeitas à exposição ao sol durante certos períodos do dia.

Por meio de entrevistas realizadas com os operários e observações feitas no ambiente, foi constatado que a temperatura é variável, pois o local de execução das atividades, é aberto. Deste modo, quando ocorrem aumentos de temperaturas, os trabalhadores possuem sensação térmica maior, sendo importante atentar para o risco de insolação. De forma análoga, quando ocorre diminuição de temperaturas e até mesmo ventos, os operários possuem sensação térmica menor.

Observou-se muitos ruídos, principalmente advindos da máquina que fabrica os blocos. Entretanto, estes são observados de forma variável e com algumas pausas. Não foi possível mensurar a intensidade do barulho, porém os mesmos se tornaram incômodos para os próprios autores desse estudo ao realizarem as observações no local por um curto período de tempo.

Durante visitas ao local, não foi constatado o uso de Equipamentos de Proteção Individuais (EPI's) por parte da maioria dos funcionários. Apenas o operário responsável pela manipulação da máquina que fabrica os blocos de concreto faz o uso de equipamentos de proteção auricular. Entretanto, o ruído da máquina é relativamente alto, como já

foi constatado, e acaba afetando todos os operários. Os demais equipamentos utilizados envolvem o uso de botas e touca de tecido para a cabeça, por parte de todos os operários.

### 4.3 Análise da Atividade e Diagnóstico Geral

A atividade consiste no transporte de massa, misturada anteriormente por um dos operários em uma betoneira, até o alto da máquina responsável pela fabricação de blocos com o auxílio de uma pá. Após o início da produção, a máquina necessita de constante reabastecimento e é operada pelo operário chefe. A Figura 4 mostra o posto de trabalho estudado.

**Figura 4** – Operário executando a atividade no posto de trabalho estudado



Fonte: Elaborado pelos autores.

O encarregado da produção possui a prática de apresentar de forma verbal aos demais operários as tarefas a serem realizadas no dia e auxiliar na sua distribuição entre os operários. A empresa não apresenta grande rotatividade de funcionários. A realização da atividade não exige conhecimentos complexos ou de grandezas físicas, sinalização luminosa ou sonora e, de acordo com os funcionários, pode ser facilmente aprendida através da observação de funcionários mais experientes.

Durante a manipulação, foi constatado que o servente responsável utiliza posturas forçadas, utilizando torção do dorso, além de sempre abaixar e levantar os membros superiores acima da linha dos ombros, de forma repetitiva. O operário permanece de pé. No chão, os entulhos ficam acumulados, trazendo perigo de acidentes ao escorregar em

concreto ou pisar em pedaços de ferro. Deve-se salientar, ainda, que o peso carregado está na faixa de 2 kg a 10 kg.

Foram notados momentos em que a matéria prima era jogada para fora da máquina, devido ao desgaste causado pela repetição e pelo peso da massa de concreto. Também foram identificadas condições em que alguns operários demoravam mais tempo para realizar a tarefa. Este fato sobrecarrega outros funcionários, que precisavam ajudá-los para que o processo produtivo pudesse continuar normalmente.

Em relação às condições do ambiente, os trabalhadores estão muito expostos à poeira advinda principalmente da matéria-prima, além de temperaturas muito baixas ou muito altas, devido ao trabalho ser realizado ao ar livre. Houveram reclamações relacionadas ao ruído estridente emitido pela máquina de fabricação de blocos, considerado incômodo pelos colaboradores. Apesar disso, apenas um dos operários utiliza protetores auriculares (o funcionário que opera a máquina) e os demais ficam expostos aos sons.

#### 4.4 Diagnóstico Postural

Através das observações realizadas e das entrevistas com os funcionários, a postura retratada na Figura 5 foi classificada como a mais crítica realizada na atividade estudada. Por isso, ela será analisada utilizando o método RULA. A aplicação do método se deu a partir da utilização da planilha RULA de acompanhamento de funcionários desenvolvida pela Cornell University (Anexo A).

**Figura 5** – Posição mais crítica da atividade



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na primeira etapa, foi analisado o Grupo A, em que são classificadas as posições do braço, antebraço, punho e giros de punho. Ao analisar a Figura 5, nota-se o colaborador ergue o braço acima da linha do ombro, essa posição foi classificada como 5. Já o antebraço apresentou inclinação de  $0^\circ$ , além de o braço se situar mais de  $45^\circ$  fora do corpo, por isso foi classificado em 3.

O punho se posiciona entre  $-15^\circ$  e  $15^\circ$ , por isso foi classificado como 2. Ele também descreve giros no início e final do movimento, por isso o giro foi classificado em 2.

Ao utilizar a Planilha RULA, foi obtido um Escore A de 6.

O Grupo B pontua as posições do pescoço, tronco, pernas e pés. O pescoço se mantém a  $0^\circ$ , com giros de pescoço, resultando em um valor 2. O tronco se mantém a  $0^\circ$ , com giros de pescoço, resultando em um valor 1. As pernas e os pés estão bem apoiadas e equilibradas, resultando em 1.

Pela Planilha RULA, o Escore B encontrado foi de 1.

Ao Escore A, foi adicionado 1 devido à atividade ser repetitiva, e mais 2 devido ao peso carregado (2 a 10 kg e repetido), resultando em um Escore C de 9. Da mesma forma, foram somados 3 pontos ao Escore B, resultando em um Escore D de 4.

Utilizando os valores dos escores C e D na Planilha RULA, o Escore Final obtido foi de 7. A partir do Escore Final encontrado, é possível concluir que a postura não é considerada adequada para o trabalho. Por isso, são requeridas investigações e mudanças imediatamente.

## 4.5 Recomendações

Como o escore foi máximo para coluna cervical, indica-se a utilização de outros equipamentos e o emprego de outros procedimentos para minimizar os riscos ergonômicos para o trabalhador. Primeiramente, para evitar o movimento contínuo de torção e transporte de massa para o alto da máquina, sugere-se a implantação de um elevador de talisca em aço inox. Um modelo novo pode ser encontrado por aproximadamente R\$ 18.500,00 no mercado brasileiro.

O principal equipamento recomendado, devido ao grande ruído no local, são os protetores auriculares por todos dos funcionários, e não somente ao operador de máquina. Outros EPIs recomendados são luvas, a fim de diminuir o ressecamento constante sofrido pelos funcionários na região das mãos e punho, e também o uso de cinto lombar nas atividades que exigem deslocar ou levantar objetos pesados ou de executar tarefas repetitivas de uma posição desconfortável, pois assim o risco de lesões nas costas é reduzido significativamente.

Para obter uma melhoria geral do ambiente de trabalho, no fluxo de movimentação, um aumento da limpeza do local, diminuição dos riscos de acidentes, aumento na motivação dos trabalhadores e conseqüentemente da saúde dos funcionários, sugerimos neste trabalho a implantação da metodologia 5S para a organização e higiene do ambiente. A metodologia propõe cinco etapas com o objetivo de mobilizar, motivar e conscientizar toda a empresa em uma ênfase pela qualidade, por meio da manutenção da organização e da disciplina no local de trabalho.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho permitiu concluir que existe um risco ergonômico em potencial, na atividade de abastecimento da máquina, realizado pelo trabalhador da empresa em questão. Além disso, pode-se concluir que o objetivo do estudo foi alcançado, uma vez que, através do Método de Registro e Análise Postural (RULA), foi possível identificar a postura mais crítica, a qual foi demonstrada na Figura 4. Além disso, o método permitiu avaliar, de forma satisfatória, os riscos ao qual o funcionário está exposto ao realizar a tarefa.

Devido à natureza desfavorável do trabalho a qual os funcionários estão encarregados, espera-se com este estudo, que a empresa tome medidas cabíveis para diminuir os esforços físicos aos quais seus funcionários estão submetidos. Gastos com acidentes e afastamentos do trabalho geram maior gasto para a empresa e conseqüentemente afetam a produtividade e lucratividade da mesma, logo é importante focar em questões ergonômicas mesmo não havendo, ainda, nenhum histórico de acidentes.

Por fim, é possível verificar a importância de se utilizar métodos de análise postural em atividades que exigem um maior esforço físico, com o objetivo de diminuir a cansaço físico e mental do funcionário, além de evitar imprevistos. Deste modo, a aplicação das recomendações sugeridas visa melhorar a produtividade, uma vez que a tarefa será realizada exigindo um menor esforço do trabalhador. Sugere-se como proposta para futuros estudos a aplicação de outros métodos nas demais atividades exercidas pelos trabalhadores da empresa do setor de construção civil.

## Referências

ABRAHÃO, J. I. Reestruturação produtiva e variabilidade do trabalho: uma abordagem da ergonomia. **Psic.: Teor. e Pesq.**, Brasília, v. 16, n. 1, p.49-54, abr. 2000.

ALEXANDRE, N. M. C.; ROGANTE, M. M. Movimentação e transferência de pacientes: aspectos posturais e ergonômicos. **Rev. esc. enferm. USP**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 165-173, jun. 2000.

BRASIL. Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, p. 17.777, 23 dez. 1977.

COELHO, M. I. B. de A.; DA SILVA, V. C. Análise ergonômica do trabalho: aplicação em uma empresa de médio porte em Manaus-AM. **Revista GEPROS**, Bauru, v. 8, n. 4, p. 61, 2013.

DE GOIS LEITE, C. M.; DE CARVALHO, R. J. M. Gestão da ergonomia para a saúde ocupacional dos gerentes hoteleiros. **International Journal on Working Conditions (RICOT Journal)**, Porto, n. 1, p. 110-128, set. 2011.

DE MORAIS LUZ, J. R.; CAVALCANTE, P. R. N.; DE CARVALHO, J. R. M. Estratégias de qualidade ambiental e de produção mais limpa no setor de construção civil. **Revista Ambiente Contabil**, Natal, v. 6, n. 2, p. 18, 2014.

FALCÃO, A. *et al.* Análise ergonômica do trabalho: o caso de uma serraria na metade sul do Rio Grande do Sul. **Revista GEPROS**, Bauru, v. 6, n. 4, p. 59, 2011.

FERREIRA, Mário César. Ergonomia da Atividade aplicada à Qualidade de Vida no Trabalho: lugar, importância e contribuição da Análise Ergonômica do Trabalho (AET). **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 40, n. 131, p. 18-29, jun. 2015.

FERREIRA, M. S.; RIGHI, C. A. **Análise ergonômica do trabalho**. Porto Alegre: Ed. PUCRS, 2009.

GEMMA, S. F. B.; TERESO, M. J. A.; ABRAHÃO, R. F. Ergonomia e complexidade: o trabalho do gestor na agricultura orgânica na região de Campinas-SP. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 288-294, 2010.

JUNIOR, M. M. C. Avaliação ergonômica: Revisão dos métodos para avaliação postural. **Revista produção online**, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 133-154, 2006.

LONGEN, W. C.; DE MATOS PEREIRA, D.; JUNIOR, N. De M. A dimensão humana do serviço de amarração da armadura de laje de concreto armado: contribuições da ergonomia. **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Goiânia, v. 12, n. 1, p. 54-60, 2016.

MASCULO, F. S.; VIDAL, M. C. (Orgs.). **Ergonomia**: trabalho adequado e eficiente. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2013.

ORMELEZ, C. R.; ULBRICHT, L. Análise ergonômica do trabalho aplicada a um posto de trabalho com sobrecarga física. **Revista Uniandrade**, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 69-84, 2010.

PEREIRA, C. C. *et al.* Análise do risco ergonômico lombar de trabalhadores da construção civil através do método NIOSH. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 15, n. 3, p. 914-924, 2015.

PLANILHA de Acompanhamento de Funcionários. Ithaca: Cornell University, 1996. Disponível em: <http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM802/GERTZ%20planilha%20rula.pdf>.

SAAD, V. L.; XAVIER, A. A. P.; MICHALOWSKI, A. O. Avaliação do risco ergonômico do trabalhador da construção civil durante a tarefa do levantamento de paredes. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006, Bauru. **Anais** [...]. Bauru: UNESP, 2006.

TAKAHASHI, M. A. B. C. *et al.* Precarização do Trabalho e Risco de Acidentes na construção civil: um estudo com base na Análise Coletiva do Trabalho (ACT). **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 976-988, dez. 2012.

TAVARES, S. F.; LAMBERTS, R. Consumo de energia para construção, operação e manutenção das edificações residenciais no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2005, Maceió. **Anais** [...]. Maceió: ENCAC, 2005.

TEIXEIRA, L. P.; DE CARVALHO, F. M. A. A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n. 109, p. 9-26, 2005.

**Anexo A – Planilha RULA de acompanhamento desenvolvida pela Cornell University**

Cornell University, 1996 **Planilha RULA de Acompanhamento do funcionário**  
 Complete esta planilha seguindo o procedimento abaixo passo a passo. Mantenha uma cópia no arquivo pessoal do funcionário para pesquisa futura.

**A. Análise dos Braços e Punhos**

**Passo 1: Localizar Posição do Braço**

**Passo 1a: Ajustar...**

**Passo 2: Localizar Posição do Antebraço.**

**Passo 2a: Ajustar...**

**Passo 3: Localizar Posição do Punho**

**Passo 3a: Ajustar...**

**Passo 4: Giro do Punho**

**Passo 5: Encontrar Escore da Postura na Tabela A**

**Passo 6: Adicionar Escore do uso dos Músculos**

**Passo 7: Adicionar Escore da Força/Carga**

**Passo 8: Encontrar linha na Tabela C**

**B. Análise de pescoço, tronco e pernas**

**Passo 9: Posição do Pescoço**

**Passo 9a: Ajustar...**

**Passo 10: Posição do Tronco**

**Passo 10a: Ajustar...**

**Passo 11: Pernas**

**Passo 11a: Ajustar...**

**Passo 12: Encontrar Escore da Postura na Tabela B**

**Passo 13: Adicionar Escore do Uso dos Músculos**

**Passo 14: Adicionar Escore da Força/Carga**

**Passo 15: Encontrar Coluna na Tabela C**

**ESCORES**

**Tabela A**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |

**Tabela B**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |

**Tabela C**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |

**Escore Final**

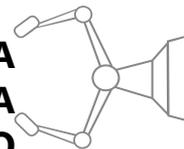
Empresa: \_\_\_\_\_ Setor: \_\_\_\_\_ Avaliador: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Escore final: 1 ou 2 = aceitável; 3 ou 4 = investigar; 5 ou 6 = investigar e mudar logo; 7 = investigar e mudar imediatamente

**GERTZ**

Fonte: Cornell University, 1996.

# PERCEÇÃO DOS CONSUMIDORES ACERCA DA ENTREGA DE PRODUTOS ORGÂNICOS: UMA PROPOSTA DE SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO



## **Marcos do Amaral**

Universidade do Estado de Santa Catarina  
marcosdoamaral17@gmail.com

## **Delcio Pereira**

Universidade do Estado de Santa Catarina  
delcio.pereira@udesc.br

## **Alexandre Borges Fagundes**

Universidade do Estado de Santa Catarina  
alexandre.fagundes@udesc.br

## **Fernanda Hänsch Beuren**

Universidade do Estado de Santa Catarina  
fernanda.beuren@udesc.br

**Recebido em:** 15/10/2019

**Aceito em:** 27/11/2019

**Resumo:** A expansão da procura por alimentos orgânicos acompanha uma tendência mundial da busca por produtos e serviços que remetem à saúde e bem-estar. A busca por praticidade, devido à falta de tempo, tem migrado a procura de produtos para serviços, onde surgem as soluções com o Sistema Produto-Serviço. O objetivo do estudo é verificar a percepção dos consumidores acerca da entrega de produtos orgânicos nas cidades pertencentes ao Consórcio Intermunicipal Quiriri, visando uma proposta de Sistema Produto-Serviço. O estudo foi conduzido mediante estratégia quantitativa de pesquisa, com dados obtidos por meio de um survey, aplicado aos consumidores da Mesorregião Norte Catarinense. Os dados obtidos foram processados no software Statistical Package for the Social Sciences. As análises realizadas sugerem a importância da produção orgânica e local, havendo rastreabilidade da origem dos produtos, além de destacar os benefícios social, ambiental e econômico.

**Palavras-chave:** Sistema Produto-Serviço; Alimentos Orgânicos; Produtos Orgânicos; Fatores Críticos de Sucesso.

**Abstract:** *The expanding demand for organic foods follows a worldwide trend of seeking products and services that address health and well-being. The search for practicality, due to lack of time, has migrated the search for products for services, where solutions arise with the Product-Service System. The aim of the study is to verify the consumers perception about the delivery of organic products in the cities belonging to the Quiriri Intermunicipal Consortium, aiming at a proposal of Product-Service System. The study was conducted through a quantitative research strategy, with data obtained through a survey, applied to consumers in the Northern Santa Catarina region. The data obtained were processed in the Statistical Package for the Social Sciences software. The analyzes carried out suggest the importance of organic and local production, with traceability of the origin of the products, as well as highlighting the social, environmental and economic benefits.*

**Keywords:** *Product-Service System; Organic Food; Organic Product; Critical Success Factors.*

**Resumen:** *La creciente demanda de alimentos orgánicos sigue una tendencia mundial hacia la búsqueda de productos y servicios de salud y bienestar. La búsqueda de practicidad, debido a la falta de tiempo, ha migrado la búsqueda de productos para servicios, donde surgen soluciones con el Sistema Producto-Servicio. El objetivo del estudio es verificar la percepción de los consumidores sobre la entrega de productos orgánicos en las ciudades pertenecientes al Consorcio Intermunicipal Quiriri, con el objetivo de una propuesta del Sistema de Productos y Servicios. El estudio se realizó a través de una estrategia de investigación cuantitativa, con datos obtenidos a través de una encuesta, aplicada a los consumidores en la región norte de Santa Catarina. Los datos obtenidos se procesaron en el paquete estadístico para el software de Ciencias Sociales. Los análisis realizados sugieren la importancia de la producción orgánica y local, con la trazabilidad del origen de los productos, además de destacar los beneficios sociales, ambientales y económicos.*

**Palabras clave:** *Sistema de productos y servicios; Alimentos orgánicos; Productos orgánicos; Factores críticos de éxito.*

## 1. INTRODUÇÃO

A ascensão do mercado de produtos naturais e orgânicos, acompanha uma tendência mundial do crescimento da busca por produtos e serviços que remetem à saúde e bem-estar (DIAS *et al.*, 2015). Segundo Borguini e Silva (2004), os alimentos orgânicos possuem benefícios, porém, sua disponibilidade no mercado é baixa, e seu preço é elevado.

Conforme Dias *et al.* (2015), o aumento da procura por alimentos orgânicos é justificado pela desconfiança da sociedade em relação à indústria química moderna, que proporcionou facilidades no dia a dia. Isso aumentou consideravelmente a manipulação de produtos químicos que persistem no meio ambiente, com implicações graves aos ecossistemas naturais e para a saúde humana.

Conforme Goedkoop *et al.* (1999), o Sistema Produto-Serviço (*Product-Service System* – PSS) consiste na combinação de produtos e serviços dentro de um sistema, que conta com uma infraestrutura e redes de atores com a finalidade de atender as necessidades dos clientes, mediante a melhoria contínua, ou seja, uma infraestrutura de produtos, serviços e *stakeholders* que relacionam-se entre si, com o objetivo de atender os usuários e reduzir o impacto ambiental.

Os Sistemas Produto-Serviço (PSSs) que criam valor integrando um produto físico e um serviço têm atraído a atenção dos pesquisadores (BEUREN; PEREIRA; FAGUNDES, 2016). Partindo da necessidade do consumidor de alimentos orgânicos, que é a disponibilidade dos produtos em perfeitas condições, e da necessidade de uma solução integrada, incluindo o serviço de entrega do mesmo, têm-se subsídios para a criação de um PSS para a entrega de produtos orgânicos, sendo a proposta preliminar apresentada nesse trabalho. Assim, o objetivo do mesmo é verificar a percepção dos usuários, quanto à proposta de um Sistema Produto-Serviço para a entrega de alimentos orgânicos, de produtores para consumidores, das cidades participantes do Consórcio Intermunicipal Quiriri (CIQ), as quais são: Campo Alegre, Corupá, Rio Negrinho e São Bento do Sul, situados na região norte de Santa Catarina, por meio de teste estatístico multivariado, a importância dos FCS para as respectivas dimensões do PSS.

## 2. SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO (PSS)

De acordo com Goedkoop *et al.* (1999), um PSS é um sistema de produtos, serviços, redes de atores e infraestrutura de suporte que trabalha continuamente para ser competitivo, satisfazer as necessidades do cliente e ter um impacto ambiental menor do que modelos de negócios tradicionais.

Tendo em vista que no PSS, geralmente, o fornecedor é responsável pelo produto (bem tangível), e o sistema considera todo o ciclo de vida do produto, o impacto ambiental negativo é reduzido, pois o produto é projetado para durar mais, além da redução de recursos naturais empregados na fabricação dos mesmos. O produto pode ser reutilizado várias vezes, pode passar por reparos e *upgrades* para retornar ao uso, e após o final do seu ciclo de vida, o material é reciclado (LINDAHL; SUNDIN; SAKAO, 2014).

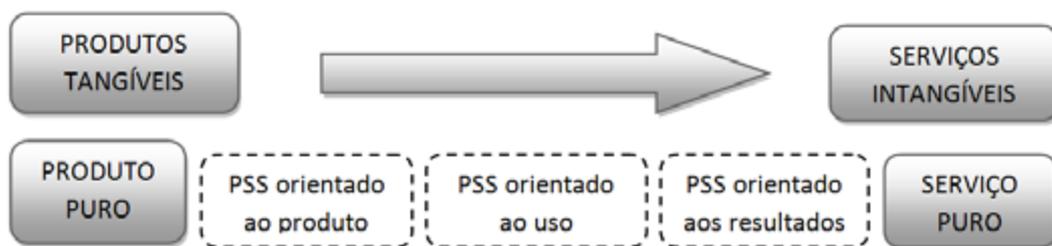
Com a utilização do PSS, segundo Lindah, Sundin e Sakao (2014), necessita-se de uma quantidade reduzida de produtos no mercado, graças à ampliação da vida útil do mesmo, sendo o objetivo do PSS possuir produtos com alta durabilidade e que o mesmo possa ser reutilizado antes do descarte final. O PSS tem potencial para ser uma solução sustentável (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

De acordo com Baines, Lightfoot e Smart (2012), o PSS tem sido considerado como uma oportunidade competitiva, que além de reduzir o descarte de produtos e otimizar os aspectos ambientais, contempla as necessidades dos consumidores e aumenta a viabilidade social e econômica, buscando o desenvolvimento sustentável. Conforme Sorli e Armijo (2013), o PSS aponta aspectos sustentáveis como a melhoria do impacto ambiental, eficiência energética, prolongamento da vida útil do produto e otimização do

pós-uso do produto, reutilização do produto, diminuição de resíduos, redução de preços totais em operação, otimização de produtividade e confiança.

Baines *et al.* (2007), de acordo com Tukker (2004), alegam a existência da migração da oferta do bem tangível (produto puro) para o bem intangível (serviço puro). Entre as duas categorias estão os PSSs, divididos entre PSS orientado ao produto, ao uso e aos resultados (Figura 1).

**Figura 1** – Principais categorias do PSS



Fonte: Beuren (2011), adaptado de Tukker (2004).

Conforme Beuren (2011), as categorias de PSS não são rigorosamente delineadas, podendo compreender mais produtos ou mais serviços no sistema. No Quadro 1 encontra-se a definição das categorias citadas acima.

**Quadro 1** – Orientações do PSS

| Orientação                 | Descrição  |
|----------------------------|--|
| PSS orientado ao produto   | O produto é propriedade do consumidor, pode-se agregar valor a esse produto por meio de serviços adicionais, como pós-venda, assegurando a funcionalidade e longevidade do produto, com treinamento, reparo, manutenção e reutilização.                    |
| PSS orientado ao uso       | Vende-se o uso do produto, que é propriedade do provedor, por meio de aluguel ou compartilhamento do mesmo. Nessa categoria, prolonga-se a vida útil do produto, satisfazendo as necessidades do consumidor. Seu uso pode ser compartilhado ou individual. |
| PSS orientado ao resultado | O consumidor adquire o resultado em vez de comprar o produto. Por exemplo, o cliente não compra uma máquina de lavar roupas, o mesmo adquire a lavagem das roupas. A empresa é a proprietária do produto.  |

Fonte: Tukker (2004).

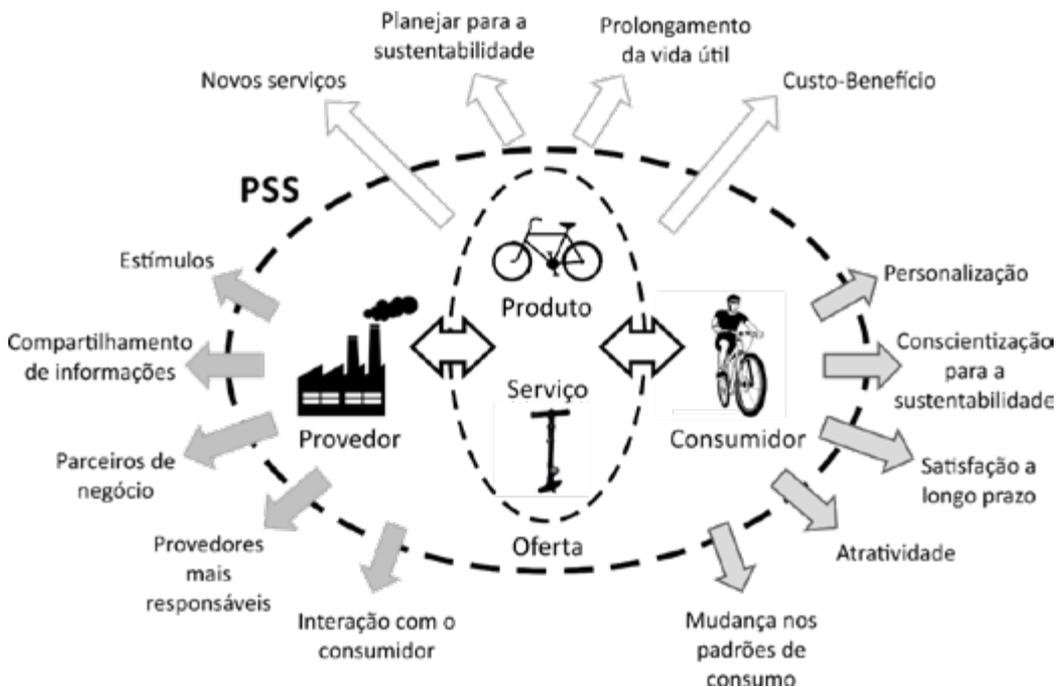
Independente da classificação do PSS, o mesmo deve ser planejado com cautela, a partir das necessidades do consumidor. O PSS abordado neste trabalho é orientado ao produto.

## 2.1 Fatores Críticos de Sucesso do PSS

Rockart (1979) utilizou os Fatores Críticos de Sucesso como uma ferramenta de gestão, que são necessários para que as empresas alcancem seus objetivos. O autor comenta que os FCS não possuem uma fórmula definida para serem encontrados, e geralmente são obtidos por meio de questionários, de acordo com a visão de cada departamento de uma empresa.

Os principais FCS identificados na literatura estão de acordo com as dimensões da oferta, dimensão do consumidor e dimensão do provedor (SAKAO; PANSHEF; DÖRSAM, 2009).

**Figura 2** – Relação dos FCS para PSS em suas respectivas dimensões



Fonte: Beuren (2011).

Segundo Beuren (2011), a dimensão da oferta (Quadro 2) diz respeito aos produtos e serviços, que são elaborados pelo provedor e oferecidos ao consumidor. Sakao, Panshef e Dörsam (2009) asseguram que a dimensão da oferta é responsável pelo ciclo de vida do produto tangível e pelas atividades do serviço.

**Quadro 2 – FCSs da dimensão da oferta do PSS**

| FCS                                   | Considerações   |
|---------------------------------------|---|
| Prolongamento da vida útil do produto | Com a venda de funções, têm-se informações quanto ao uso do produto, experiências, expectativas e sugestões dos clientes para o sistema (AURICH; FUCHS; WAGENKNECHT, 2006).   |
| Custo-benefício                       | Para Alonso (2007), a maioria dos clientes desconhecem o custo total dos produtos. No PSS, Mont e Plepys (2003) enfatizam a apresentação dos custos do ciclo de vida do produto ao consumidor, para facilitar a decisão dos mesmos. |
| Novos serviços                        | Maior personalização no atendimento ao consumidor, visando um nível mais desenvolvido da sustentabilidade (BEUREN, 2011).   |
|                                       | A demanda por serviço pode diferenciar e ampliar o valor dos produtos (ALONSO, 2007).   |
| Planejamento para a sustentabilidade  | O sistema de produção deve ser modificado para propiciar práticas mais sustentáveis (MONT, 2002a).  |

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

A dimensão do consumidor (Quadro 3) se refere à evolução das necessidades dos consumidores. Os consumidores possuem desejos individuais que estão continuamente evoluindo e é fundamental para o provedor de serviços e de produtos ter capacidade de antecipar as reações dos consumidores para novas ofertas (SAKAO; PANSHEF; DÖRSAM, 2009).

**Quadro 3 – FCSs da dimensão do consumidor do PSS**

| FCS                             | Considerações   |
|---------------------------------|---|
| Satisfação a longo prazo        | Diferenciação, não oferecendo apenas produtos e serviços, mas gerando uma rede de atores, inovação e fidelização do cliente. Uma rede estruturada de atores, atendendo o consumidor com êxito (TUKKER, 2004). |
|                                 | É necessário inventar estratégias de negócio para gerar valor, onde os serviços podem ser adicionados em todas as fases do ciclo de vida de um produto (KANG; WIMMER, 2008; SHIMOMURA; HARA; ARAI, 2009).     |
| Atratividade                    | O PSS não deve focar somente na venda da função do produto, é importante que ele seja confortável e atraente para o consumidor (MONT, 2002a).   |
| Mudanças nos padrões de consumo | O consumo de produtos causa problemas no meio ambiente, na sociedade e na economia (BEUREN, 2011)   |
|                                 | Há mudança nos sistemas de produção e consumo, necessitando alterações a nível sistêmico (GOEDKOOOP <i>et al.</i> , 1999; LUITEN; KNOT; VAN DER HORST, 2001).   |
|                                 | A maior barreira encontrada na aplicação de soluções PSS é a mudança cultural (KIMITA; SHIMOMURA, 2009).  |

> continua

| FCS                                     | Considerações   |
|---|---|
| Personalização                          | Considera a diferenciação, visando a personalização junto às preferências individuais dos consumidores (BEUREN, 2011).                                      |
|   | Têm-se novas formas de interações entre provedores e clientes, com as mudanças nos padrões de consumo dos indivíduos (WILLIAMS, 2007).                      |
| Conscientização para a sustentabilidade | É importante que o consumidor participe na elaboração, experimento e uso da proposta, educando-o para a sustentabilidade (BEUREN, 2011).                    |
|   | O mercado PSS não se encontra maduro o suficiente, onde uma pequena parcela da população entende e está disposta a optar por essas soluções (ALONSO, 2007). |
|   | É necessário que a empresa possua um bom relacionamento com o cliente, conhecendo seus hábitos e preferências (MONT, 2002b).                                |

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Com as novas oportunidades de negócio, e a pressão da concorrência, Cook, Brahma e Lemon (2006) e Williams (2006) mostram o PSS como um modelo de negócio inovador, que não difere apenas no preço, mas também em serviços personalizados, produtores especializados, atores e infraestrutura adequados para tal fim. Os consumidores não estão acostumados a usar produtos sem adquiri-los, e os fornecedores não estão acostumados a oferecer um produto enquanto mantêm a propriedade, oferecendo serviços de suporte para os mesmos (BEUREN; FERREIRA; MIGUEL, 2013). O Quadro 4 traz FCSs referentes à dimensão do provedor.

**Quadro 4** – FCSs da dimensão do provedor do PSS

| FCS                          | Considerações  |
|------------------------------|--|
| Interação com o consumidor   | Provedores e clientes trabalham juntos para alcançar objetivos comuns, exigindo confiança recíproca, além de tempo e disposição dos mesmos (ALONSO, 2007).               |
|                              | Os consumidores podem sugerir melhorias para os provedores, pelos canais de comunicação, visando agregar valor ao sistema (BEUREN, 2011).                                |
|                              | É necessário apresentar confiança aos consumidores em suas relações, para que os mesmos participem de fato de todo o projeto PSS (BECKER, BEVERUNGEN; KNACKSTEDT, 2008). |
|                              | Os clientes são importantes para fornecer ideias inovadoras e informações para a criação de produtos e serviços posteriormente (WU; GAO, 2010).                          |
| Provedores mais responsáveis | O provedor, além de oferecer produtos e serviços para os consumidores, possui a responsabilidade da sua destinação final (WU; GAO, 2010; ÖLUNDH; RITZÉN, 2001).          |
|                              | Os provedores devem ter maior envolvimento e responsabilidade com o ciclo de vida dos produtos (MONT, 2002b).  |

> continua

| FCS                             | Considerações   |
|---------------------------------|---|
| Parceiros de negócio            | Sakao, Panshef e Dörsam (2009) enfatizam que o trabalho em conjunto está evoluindo nos modelos de negócios.   |
|                                 | Os provedores do PSS necessitam constantemente melhorar a oferta, a partir de serviços complementares fazendo com que o consumidor tenda a manter o contrato (BESCH, 2005).                                       |
|                                 | Para o PSS ser bem-sucedido, é necessário avaliar continuamente as relações entre os atores envolvidos (YANG, 2009).  |
| Compartilhamento de informações | Por mais que hajam várias metodologias para PSS, não há nenhuma que se comprove como a mais apropriada para o desenvolvimento destes modelos de negócio (YANG, 2009; KOMOTO <i>et al.</i> , 2005; MORELLI, 2006). |
|                                 | Metodologias que apresentam os fluxos de materiais, informações, entre outros, facilitam o entendimento em relação às interações dos <i>stakeholders</i> e os fluxos (BEUREN, 2011).                              |
| Estímulos                       | Mudanças na cultura corporativa, como a alteração de conceitos de marketing, podem ser uma oportunidade para uma nova estratégia de mercado (MONT, 2002b).  |
|                                 | O marketing é fundamental, e precisa ser utilizado substancialmente, ao menos inicialmente, quando o conceito PSS é lançado (BESCH, 2005).  |
|                                 | Este tipo de ação promove a vantagem competitiva por meio de uma diferenciação (COOK; BRAHMA; LEMON, 2006; ZHENG; LI; ZHAO, 2009).  |

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

A dimensão do provedor, de acordo com Beuren (2011), se refere à evolução do produto e prestadores de serviços, abordando questões como o planejamento dos projetos, racionalização organizacional da empresa visando a prestação de serviços e identificação das parcerias indispensáveis para o bom funcionamento dos serviços, tanto interno quanto externo à corporação (SAKAO; PANSHEF; DÖRSAM, 2009).

Habitualmente os produtos são manufaturados por produtores e vendidos aos clientes por meio de distribuidores. Nos modelos de negócio PSS mais estruturados, como o PSS orientado aos resultados e o PSS orientado ao uso (TUKKER, 2004), o provedor possui a propriedade do bem tangível por todo o seu ciclo de vida, até mesmo durante o período de utilização.

### 3. ALIMENTOS ORGÂNICOS

Alimentos orgânicos englobam itens alimentares naturais, livres de produtos químicos artificiais, como herbicidas, fertilizantes, antibióticos, pesticidas, e organismos geneticamente modificados (GAD MOHSEN; DACKO, 2013). De acordo com Adamtey et al. (2016), a agricultura orgânica combina várias práticas, incluindo a aplicação de fertilizantes orgânicos, sementes e espécies que se adaptam com o local, controle bio-

lógico de pragas e o uso árvores fixadoras de nitrogênio, leguminosas, ou com outras culturas que colaboram com o solo.

A cultura orgânica compreende a reciclagem dos resíduos oriundos do sistema como um todo, diminuindo a utilização de recursos não-renováveis. Também visa regionalizar a economia, incentivando a integração entre a cadeia de produção e de consumo destes produtos (BRASIL, 2003). Conforme Adams e Salois (2010), é crescente o interesse dos consumidores em relação à produção local, bem como de alimentos orgânicos durante as últimas décadas. A demanda por mais transparência na produção de alimentos cresceu devido a cadeias de alimentos cada vez mais complexas e globalizadas, além de notícias sobre escândalos alimentares em todo o mundo.

Um estudo de Hempel e Hamm (2016), realizado na Alemanha, evidencia as atitudes dos consumidores em relação a alimentos orgânicos e alimentos produzidos localmente, seu comportamento de compra de alimentos e suas características pessoais. Por meio de um questionário, dividiu-se dois grupos: consumidores com mente orgânica (*organic-minded consumers* - OMC) e consumidores com mente não-orgânica (*non-organic-minded consumers* – NOMC), de acordo com suas respostas condicionais.

Segundo Willer e Lernoud (2018), em 2016 haviam 57,8 milhões de hectares de terras agrícolas orgânicas, incluindo áreas de conversão. As regiões com as maiores áreas são a Oceania (27,3 milhões de hectares, que é quase metade das terras agrícolas orgânicas do mundo) e a Europa (13,5 milhões de hectares, 23%). A América Latina possui 7,1 milhões de hectares (12%), seguida pela Ásia (4,9 milhões de hectares, 9%), América do Norte (3,1 milhões de hectares, 6%) e África (1,8 milhão de hectares, 3%).

Embora os alimentos orgânicos sejam rotulados com logotipos de certificação orgânica nacional ou internacional, não há regulamentos ou padrões de certificação comuns para alimentos locais. Portanto, é mais difícil identificar corretamente a comida local do que identificar alimentos orgânicos (STANTON; WILEY; WIRTH, 2012). No Brasil, o Art. 3º da Lei Federal nº 10.831 (BRASIL, 2003) dispõe sobre a certificação exigida para os produtos orgânicos, onde os mesmos devem ser certificados por organismos reconhecidos, conforme a regulamentação estipulada. A certificação pode ser dispensada no caso de venda direta ao consumidor, uma vez que o acesso seja liberado ao local de processamento e/ou produção (BRASIL, 2003).

Um estudo realizado por Nuttavuthisit e Thøgersen (2017), na Tailândia, revelou que a falta de confiança no sistema reduz as expectativas dos consumidores sobre os benefícios da compra de alimentos orgânicos e os torna menos propensos a comprá-los. A desconfiança no sistema de controle e a autenticidade dos alimentos vendidos como orgânicos têm um impacto negativo significativo no comportamento de compra.

Portanto, uma estratégia para aumentar a confiança no curto e médio prazo provavelmente deve focar principalmente no aumento da confiança baseada no conhecimento sobre os produtos, os produtores e outros parceiros envolvidos no processo de certificação e controle (THØGERSEN, 2005). Juntos, a certificação e o controle confiáveis aliados à comunicação eficaz, são as chaves mais importantes para aumentar a confiança do consumidor em relação aos produtos de origem orgânica (NUTTAVUTHISIT; THØGERSEN, 2017).

Segundo o IBGE (2006), no Censo Agropecuário de 2006, haviam 5.175.489 propriedades rurais, onde 90.497 (1,75%) praticavam a agricultura orgânica e 5.084.992 (98,25%) não praticavam. Em Santa Catarina, 3.216 (1,66%) fazem uso da agricultura orgânica e 190.447 (98,34%) não o fazem. As 3.216 propriedades se dividem de acordo com o tipo de certificação, conforme Figura 3 (n = 3.216).

**Figura 3** – Adeptos a agricultura orgânica em SC



Fonte: IBGE (2006).

Das 3.216 propriedades que produzem alimentos orgânicos, 2.863 (89,02%) não possuem certificação, e apenas 353 (10,98%) são certificadas por entidades credenciadas, de acordo com o censo de 2006 (IBGE, 2006). Conforme Borguini e Silva (2004), os preços dos alimentos orgânicos são altos, se comparados aos convencionais, e sua disponibilidade é baixa, mas os mesmos possuem benefícios.

Segundo o CIQ (2018), no ano de 2017, 41 produtores foram certificados, pela entidade credenciada, deste total, 16 se encontram no processo de conversão, onde passam por adaptações na produção, e 25 propriedades possuem certificação definitiva.

Conforme Scarabelot e Schneider (2012), as cadeias curtas de produção, onde há contato praticamente direto entre produtor e consumidor, representam a interação da dinâmica local do desenvolvimento com a agricultura familiar. As cadeias curtas agroindustriais possibilitam uma proximidade entre consumidor e produtor, existindo uma relação de confiança entre os mesmos, simplificando a percepção de seus propósitos.

Produtores e profissionais de marketing devem comunicar que alimentos orgânicos apontam ganhos futuros para si próprios e para o meio ambiente, fazendo com que os consumidores, que consomem ou planejam consumir alimentos orgânicos, tenham mais consciência dos benefícios a longo prazo, enquanto assumem o compromisso instantâneo e confirmam sua lealdade aos alimentos orgânicos (CHEKIMA *et al.*, 2017).

#### 4. METODOLOGIA

A elaboração do trabalho em questão aconteceu conforme etapas observadas na Figura 4, partindo da ideia inicial, passando pela análise bibliométrica e revisão de literatura, na sequência houve a elaboração dos questionário, coleta e análise dos dados, finalizando com a discussão dos resultados, elaboração da proposta e conclusão do trabalho.

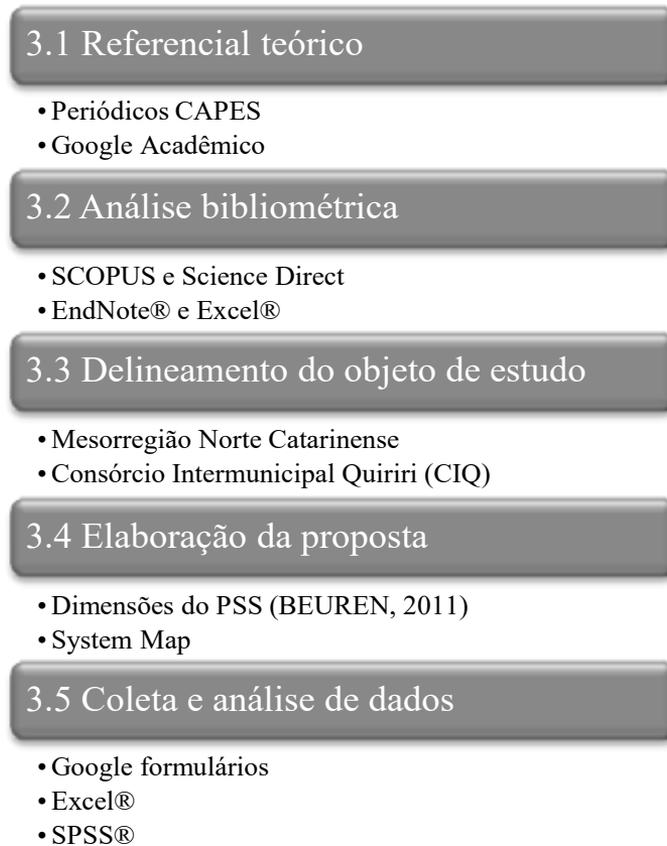
**Figura 4** – Sequência das atividades realizadas



Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

Os métodos de pesquisa e ferramentas utilizadas nesse trabalho são descritos na sequência, e foram divididas em seções, conforme as fases apresentadas na Figura 5.

**Figura 5 – Métodos e ferramentas**



Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

Utilizou-se o Google Acadêmico e o portal de periódicos da CAPES para a realização da busca de artigos e materiais pertinentes ao assunto e para o referencial teórico.

Foram encontrados materiais na análise bibliométrica a partir da leitura dos resumos dos artigos resultantes. Posteriormente foram lidos na íntegra os artigos que se mostraram relevantes perante a proposta e utilizados conceitos para descrever os assuntos relacionados ao trabalho.

A análise bibliométrica efetuada dividiu-se em três etapas: contemplando o Sistema Produto-Serviço; Alimentos Orgânicos; e a combinação entre as duas palavras-chave. Para todos os termos foram utilizados os mesmos filtros, limitações e base de dados. A pesquisa foi realizada a partir de artigos científicos publicados num período de 10 anos (2008 a 2017). Foi utilizado um filtro para buscar as palavras pesquisadas apenas em título, resumo ou palavra-chave (*Article Title, Abstract, Keyword*), para que os artigos encontrados tivessem mais afinidade ao assunto em questão.

Para a realização dessa pesquisa foram escolhidas duas bases de dados consideradas importantes na área. São elas: Scopus e ScienceDirect. As palavras chave utilizadas foram “*Product-service System*” e “*Organic Food*”. Ao realizar a pesquisa com a combinação dos termos citados anteriormente, não foi encontrado nenhum resultado, então procurou-se por “*Organic Product*”, porém, sem sucesso na busca. Após coletados os dados, os mesmos foram organizados com o auxílio do EndNote®.

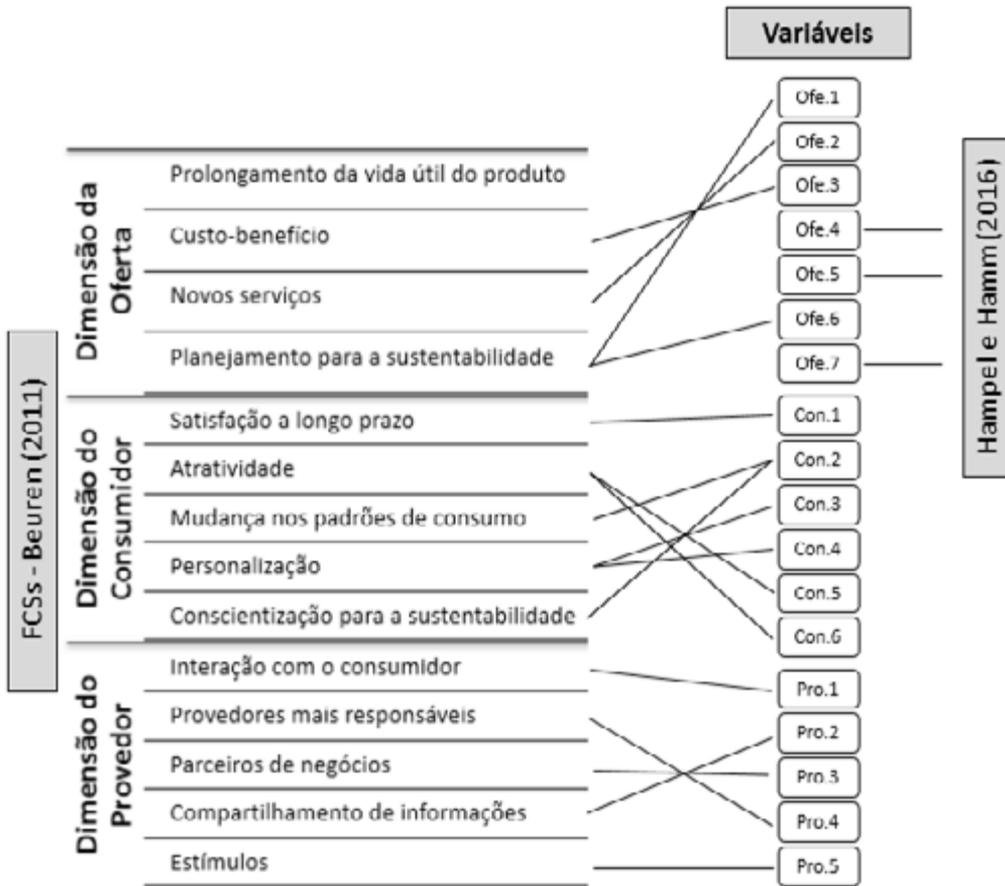
A pesquisa tem como objeto de estudo as cidades participantes do Consórcio Intermunicipal Quiriri (CIQ). As cidades consorciadas são: Campo Alegre, Corupá, Rio Negrinho e São Bento do Sul, situadas na região Norte de Santa Catarina. A delimitação geográfica ocorreu pela iniciativa do CIQ em promover a “Produção Limpa”, onde uma ação se dá por meio do incentivo à produção orgânica de alimentos nessas cidades (CIQ, 2018).

Para fim de coleta de dados dos consumidores, foram considerados os respondentes das cidades estudadas, que compreende 27 cidades, com estimativa populacional para 2017 de 1.368.598 habitantes. As cidades supracitadas correspondem a 11,38% (152.424) do total de habitantes da mesorregião (IBGE, 2018).

A proposta do Sistema Produto-Serviço para a entrega de produtos orgânicos foi elaborada com base nas dimensões do PSS, citada por Beuren (2011), onde engloba a dimensão da oferta (produtos e serviços), dimensão do consumidor e dimensão do provedor. Com base nos Fatores Críticos de Sucesso, conforme Beuren (2011), a proposta foi elaborada com o propósito de suprir todas as necessidades e ser interessante economicamente.

O questionário proposto foi baseado no formulário utilizado nos estudos de Hempel e Hamm (2016) e, principalmente, nos FCSs apresentados por Beuren (2011). A relação das variáveis com a literatura pode ser observada na Figura 6.

**Figura 6 –** Relação das variáveis com a literatura



Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

Na Figura 6 é possível observar a relação entre as variáveis – questões – utilizadas no instrumento de coleta de dados e seu fundamento na literatura. Observa-se que o questionário está diretamente ligado aos FCSs do PSS apresentados por Beuren (2011), como por exemplo: Ofe.1 e Ofe.6 referem-se ao FCS “Planejamento para a sustentabilidade”; Ofe.3 refere-se ao “Custo-benefício”. Considerando o estudo de Hampel e Hamm (2016), elaborou-se as questões das variáveis Ofe.4, Ofe.5 e Ofe.7.

Para a composição do questionário, utilizou-se a escala Likert, sendo essa uma escala de medida quantitativa, com capacidade de extrair percepções qualitativas por meio de sua abordagem (BERTRAM, 2007). É amplamente utilizada com o intuito de avaliar o grau de concordância, quando empregada em questionários. Esta escala é caracterizada como não comparativa, mensurando somente uma característica na natureza. Encontram-se variações na elaboração da escala, entretanto, a mais utilizada é a escala com cinco pontos, variando nessa pesquisa de “nada importante” à “muito impor-

tante”, com um ponto imparcial “indiferente” ao centro. As escalas com números ímpares de opções diferem das com números pares, pois em escala de números pares induz uma escolha forçada e em escala ímpar há um ponto neutro (MIGUEL, 2012).

Utilizou-se a escala Likert de cinco pontos, com base nas pesquisas de Dalmo-ro e Vieira (2013), que analisaram a preferência dos respondentes com relação à escala, julgando a velocidade, facilidade e precisão das respostas. Elaboraram quatro questioná-rios, utilizando as mesmas perguntas, mas com escalas diferentes. O estudo apresentou que a escala com cinco pontos aponta, em média, o mesmo rigor da escala com sete pon-tos, além disso mostrou-se mais ágil, sendo assim a mais pertinente para o questionário aplicado às dimensões analisadas (DALMORO; VIEIRA, 2013).

Em relação ao questionário, optou-se por perguntas no formato fechado, indi-cando as possíveis respostas, onde o respondente opta por apenas uma das opções (SA-MARA; DE BARROS, 2007).

Realizou-se um teste piloto com a versão prévia do questionário, no intuito de verificar sua qualidade e validade. A partir do teste foi possível verificar, por meio das sugestões dadas pelos entrevistados, se as perguntas estavam compreensíveis, além de apurar se o modelo de escala Likert utilizado estava condizente com as questões utiliza-das no questionário. Com base nisso, as modificações sugeridas foram realizadas, bus-cando resultados mais confiáveis ao aplicar o questionário aos consumidores.

Os questionários foram aplicados no decorrer do mês de março de 2018 pela pla-taforma online “Google Forms®”. A divulgação aconteceu via redes sociais, como *Whatsa-pp®* e *Facebook®*, além de divulgação via e-mail. Obteve-se 225 questionários, tendo seus dados tabulados no *software Microsoft Excel®*. Os dados tabulados foram trabalhados no *software Statistical Package for the Social Scienses® (SPSS)*. O *IBM SPSS Statistics* trabalha com o processo de análise estatística, desde o planejamento, coleta de dados, análise e relatório, visando encontrar a melhor tomada de decisões (IBM, 2018).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são apresentados os resultados da análise bibliométrica e, na sequência, a análise estatística realizada. A análise bibliométrica se dividiu entre PSS, alimentos orgânicos e a combinação entre os termos.

## 5.1 Análise bibliométrica

A partir do termo “*Product-service System*”, nas condições acima citadas, foram encontrados 520 artigos na Scopus e 183 artigos na ScienceDirect. Agrupando-os e excluindo os artigos duplicados (que foram encontrados nas duas bases de dados) restaram 629 artigos únicos.

Para realizar a análise bibliométrica foi utilizado o software EndNote® que traz alguns recursos que auxiliam na análise de dados como: número de publicações por ano, autores com mais publicações, periódicos que mais publicaram, palavras-chave mais utilizadas, entre outros.

Com o auxílio do EndNote®, executou-se um levantamento da quantidade de publicações feitas ao longo do período analisado, conforme Figura 7 (n = 629).

**Figura 7** – Número de publicações por ano – PSS



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Um aumento acentuado na quantidade de publicações é notado ao longo dos anos. Em 2015 houve uma ascensão no número de artigos publicados, em consequência da realização de um evento importante, citado mais adiante. Esse evento possui periódico indexado, fazendo jus ao aumento no número de publicações no ano em questão.

A análise bibliométrica relacionada aos alimentos orgânicos resultou em 1692 artigos únicos. Com os recursos disponíveis no EndNote®, conseguiu-se rastrear o número de publicações realizadas ao longo do período analisado, mostrado no Figura 8 (n =1.692).

**Figura 8** – Quantidade de publicações por ano – Alimentos Orgânicos

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

É possível verificar, conforme Figura 8, um crescimento constante na quantidade de publicações, representando o interesse da academia em relação ao tema, reflexo do interesse da população em buscar alternativas mais saudáveis e sustentáveis.

Conciliando as principais palavras-chave do trabalho (*Product-Service System + Organic Food*), para realizar a busca, não foi encontrado nenhum resultado com os parâmetros utilizados, evidenciando assim uma lacuna de pesquisa com potencial a ser trabalhado.

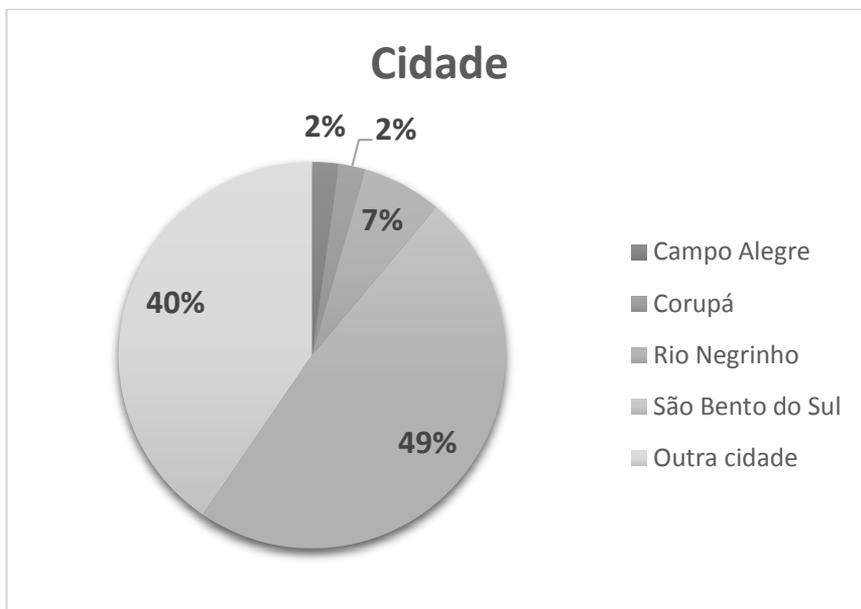
Como houve inexistência dos resultados, procurou-se por termos similares, como “*Organic Product*” (Produtos Orgânicos), visando compreender outros produtos, não apenas alimentos de fato. Porém, o resultado se manteve nulo.

## 5.2 Análise estatística

A amostragem desta pesquisa, formada por 225 consumidores, é entendida como não probabilística, pois a chance de os elementos da amostra serem escolhidos não é a mesma. O número de questionários respondidos obtidos não alcançou a quantidade desejada, considerando o número de habitantes das cidades consorciadas, e da mesorregião. No entanto, a amostra, quando se assemelha à quantidade de 120 registros, tem seu desvio-padrão com aproximação de suficiência mínima do desvio-padrão da amostra de interesse (COOPER; SCHINDLER, 2016; PESTANA; GAGEIRO, 2014).

A amostra caracterizada pelo gênero, onde a maioria dos respondentes são pessoas do sexo feminino, compondo 64% da amostra, e 36% sendo do sexo masculino. A amostra caracterizada pela idade, sendo que 49% dos respondentes possuem entre 21 e 30 anos, 21% entre 31 e 40 anos, e a menor parcela da amostra possui menos de 20 anos (7%). A escolaridade, dos 225 respondentes, 75 (33%) possuem ensino superior incompleto, 61 possuem formação no ensino superior, representando 27% da amostra, e 51 (23%) respondentes possuem pós-graduação completa. Apenas 7 respondentes possuem formação inferior ao ensino médio. Em torno de 60% dos respondentes são residentes das cidades pertencentes ao CIQ, sendo 49% residentes na cidade de São Bento do Sul, 7% de Rio Negrinho, 2% Campo Alegre e 2% Corupá. Os respondentes pertencentes às demais cidades da Mesorregião Norte Catarinense representam 40% do volume total de respostas obtidas (Figura 9).

**Figura 9** – Amostra caracterizada pela cidade



Fonte: Dados da pesquisa de campo (2018).

Observa-se que 47% (106 pessoas) dos respondentes compram produtos orgânicos, desde que o preço esteja no mesmo valor de seus similares (Figura 10). Produtos orgânicos são adquiridos por 20% da amostra, mesmo que encontrem-se mais caro que os produtos convencionais, e 18% compra produtos orgânicos, independentemente do preço praticado.

**Figura 10** – Amostra caracterizada pelo consumo de produtos orgânicos

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2018).

Uma parcela menos significativa da amostra não compra produtos orgânicos, ou compram apenas quando estes se encontram com preço abaixo do valor observado no mesmo item produzido de forma convencional, representando 7% e 8%, respectivamente.

A dimensão da oferta do PSS, têm suas variáveis apresentadas na Tabela 1, na qual encontram-se também as respectivas médias e desvios-padrões. A média geral apresentada na Tabela 1 ( $x = 4,2825$ ) aponta que os respondentes consideram importante a dimensão da oferta para o PSS apresentado como um todo.

Analisando as variáveis isoladamente, observa-se que a maior média ( $x = 4,5911$ ) indica que os consumidores se preocupam com a sustentabilidade, visando beneficiar a região nos âmbitos social, ambiental e econômico. Com média semelhante ( $x = 4,5822$ ) está a variável que compete à técnica de produção, sendo considerado relevante o produto ser produzido organicamente de fato.

**Tabela 1** – Médias e Desvios-Padrões das Variáveis da Dimensão Oferta

| Dimensão | Média  | Variável   | Média  | Desvio Padrão |
|----------|--------|--|--------|---------------|
| Oferta   | 4,2825 | 1. Distância entre produtor e consumidor (Considerando o impacto ambiental causado pelo transporte).                 | 3,8800 | 1,1215        |
|          |        | 2. Serviços de entrega personalizados.   | 3,9511 | 0,9601        |
|          |        | 3. Informar o valor exato no momento da realização do pedido (Considerando que os produtos podem variar de tamanho). | 4,5600 | 0,6389        |
|          |        | 4. Produto ser produzido localmente.   | 4,0267 | 1,0434        |
|          |        | 5. Produto ser produzido organicamente.  | 4,5822 | 0,6503        |
|          |        | 6. Beneficiar a região nos aspectos: social, ambiental e econômico.  | 4,5911 | 0,6352        |
|          |        | 7. Rastreabilidade (Informar a propriedade de origem do produto).  | 4,3867 | 0,7176        |

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2018).

O desvio-padrão é uma grandeza natural de dispersão, utilizado para mensurar o quanto as observações se distanciam da sua média para distribuições normais. O mesmo controla a dispersão das curvas normais, isto é, as curvas que apresentam maior desvio-padrão são mais desordenadas (MOORE; NOTZ; FLIGNER, 2017).

O desvio-padrão geral encontrado para a dimensão da oferta foi de  $\sigma = 0,08239$ . Dentre as variáveis, os menores desvios-padrões estão naquelas que possuem maiores médias, citadas anteriormente -  $\sigma = 0,6352$  e  $\sigma = 0,6503$ , respectivamente - sugerindo o consenso da amostra perante essas variáveis e considerando-as as mais importantes dentro da dimensão.

A menor média ( $x = 3,8800$ ) e o maior desvio-padrão ( $\sigma = 1,1215$ ), encontrados na variável 1, que trata da distância entre o produtor e o consumidor, indica que esse fator foi considerado o menos importante pela amostra, havendo maior dispersão nas respostas.

A dimensão do consumidor do PSS tem suas variáveis apresentadas na Tabela 2, juntamente com suas médias e desvios-padrões. A média geral apresentada na Tabela 2 ( $x = 4,3400$ ) indica um alto valor de importância percebido pela amostra com relação ao PSS apresentado.

Analisando as variáveis separadamente, observa-se que a maior média encontrada ( $x = 4,5156$ ) se refere à praticidade ao realizar o pedido, por meio de aplicativo de celular, seguida pela variável que trata de o pagamento ser realizado via cartão de crédito

ou boleto bancário ( $x = 4,4978$ ). Essas variáveis apontadas como as mais importantes na dimensão do consumidor, segundo a amostra analisada, sugere a inserção da tecnologia, que pode tornar mais prática a realização do pedido e realização do pagamento. Isso mostra que as pessoas estão buscando alternativas para economizar tempo e evidencia a migração de atividades comumente realizadas em lojas físicas para o uso de *smartphone*.

**Tabela 2** – Médias e Desvios-Padrões das Variáveis da Dimensão Consumidor

| Dimensão   | Média  | Variável  | Média  | Desvio Padrão |
|------------|--------|---|--------|---------------|
| Consumidor | 4,3400 | 1. Satisfação a longo prazo (Criar novos serviços e inserir novos produtos no negócio).                         | 4,4000 | 0,6547        |
|            |        | 2. Mudança nos padrões de consumo (O PSS pode ajudar no desenvolvimento sustentável da região).                 | 4,4311 | 0,6587        |
|            |        | 3. Praticidade ao realizar o pedido (aplicativo de celular).  | 4,5156 | 0,6621        |
|            |        | 4. Meio de pagamento via cartão de crédito/boleto.  | 4,4978 | 0,7079        |
|            |        | 5. Opção onde o fornecedor define o mix de produtos (Produtos diferentes a cada semana, de acordo com a safra). | 4,1956 | 0,8593        |
|            |        | 6. Fornecer produtos prontos para o consumo (Produtos higienizados/picados e/ou congelados).                    | 4,0000 | 1,0564        |

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2018).

O maior desvio-padrão encontrado ( $\sigma = 1,0564$ ) trata da variável que possibilita o fornecimento de produtos prontos para o consumo. A dispersão elevada se dá pelo fato de algumas pessoas estarem acostumadas a prepararem o alimento desde o início, enquanto a maioria da amostra coloca a praticidade acima disso, evidenciando a média  $x = 4,0000$ . As variáveis com menores alterações de respostas foram as variáveis que abordam a criação de novos produtos e serviços, objetivando a satisfação a longo prazo ( $\sigma = 0,6547$ ) e a mudança nos padrões de consumo, onde o PSS pode colaborar no desenvolvimento sustentável da região ( $\sigma = 0,6587$ ).

Na Tabela 3 encontram-se as variáveis referente à dimensão do provedor do PSS, assim como suas respectivas médias e desvio-padrões. A média geral da dimensão foi de  $x = 4,2471$ , a mais baixa entre as dimensões, ainda assim considerada pela amostra como sendo uma dimensão importante para o PSS.

A variável 4, a qual possui a maior média encontrada dentre as variáveis, com  $x = 4,5689$ , trata da importância do produto possuir um alto nível de qualidade, uma vez que

o provedor ficará responsável pela escolha dos mesmos. O alto valor da média, combinado com o menor desvio-padrão encontrado ( $\sigma = 0,6239$ ), pode ter sido influenciado por uma desconfiança por parte da amostra, que está acostumada a escolher, nos pontos de vendas, tais produtos, podendo vê-los e tocá-los antes de efetuar a compra.

**Tabela 3** – Médias e Desvios-Padrões das Variáveis da Dimensão Provedor

| Dimensão | Média  | Variável   | Média  | Desvio Padrão |
|----------|--------|--|--------|---------------|
| Provedor | 4,2471 | 1. Relação consumidor x fornecedor (Manter contato direto entre as partes).                                  | 4,1644 | 0,7408        |
|          |        | 2. Canais de comunicação (Poder enviar sugestões de melhorias).  | 4,3200 | 0,6910        |
|          |        | 3. Realizar entrega em ponto específico (Mesmo que o cliente não esteja presente).                           | 4,1556 | 0,7546        |
|          |        | 4. Escolha dos produtos com qualidade (O fornecedor ficará responsável por entregar os produtos escolhidos). | 4,5689 | 0,6239        |
|          |        | 5. Coletar resíduos orgânicos (Folhas, cascas, sobras dos produtos fornecidos).                              | 4,0267 | 0,8860        |

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2018).

A menor média e maior dispersão da amostra ( $x = 4,027$  e  $\sigma = 0,8860$ , respectivamente) caracterizam a variável 5 como a menos importante da dimensão, que aborda a possibilidade de o provedor recolher a matéria orgânica gerada pelo consumidor. Muitas pessoas possuem horta em casa, até mesmo em apartamento, e podem optar por utilizar tais resíduos como adubo, ou usá-los como compostagem.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento da procura por hábitos saudáveis, que inclui o consumo de produtos orgânicos, é uma tendência mundial, assim como a venda de soluções por meio de PSS. Nesse contexto, o presente estudo compilou as duas tendências e trouxe a proposta de Sistema Produto-Serviço para a entrega de produtos orgânicos nas cidades pertencentes ao Consórcio Intermunicipal Quiriri.

Acerca da análise bibliométrica, nota-se um crescimento significativo das publicações ao longo dos anos, tanto para alimentos orgânicos, quanto para PSS. A ausência

de material que abordasse os assuntos combinados dificultou o processo de desenvolvimento do trabalho, porém, evidenciou uma oportunidade de pesquisa.

De acordo com a amostra observada, evidencia-se o interesse dos consumidores em consumir alimentos orgânicos, onde a maioria opta por esses produtos quando os mesmos estão com os preços semelhantes ao mesmo produto produzido de forma convencional e até mesmo quando o preço está acima, uma vez que a dificuldade do cultivo e menor produtividade justificam o preço elevado.

As análises descritivas da amostra, apontaram que os respondentes consideram importante beneficiar a região nos aspectos: social, ambiental e econômico, igualmente evidenciaram a busca por praticidade na realização de pedido e forma de pagamento. Também ressaltam a importância de produzir organicamente e localmente os produtos, além de haver rastreabilidade dos mesmos, indicando a propriedade de origem. Como o provedor é o responsável pela separação dos alimentos, os consumidores consideram importante que seja tomado o devido cuidado, para que os produtos cheguem ao destino final em perfeitas condições.

Partindo dos resultados alcançados, observa-se a oportunidade de transformar a proposta em um modelo de negócio, elaborando estudos e levantamentos acerca da viabilidade técnica e econômica. Ademais, sugere-se a ampliação da pesquisa para amostras mais significativas e nas demais regiões, a fim de verificar a aceitação por parte dos consumidores, assim como entender a percepção dos produtores de alimentos orgânicos.

## Referências

ADAMS, D. C.; SALOIS, M. J. Local versus organic: A turn in consumer preferences and willingness-to-pay. **Renewable agriculture and food systems**, Cambridge, v. 25, n. 4, p. 331-341, 2010.

ADAMTEY, N. A. *et al.* Productivity, profitability and partial nutrient balance in maize-based conventional and organic farming systems in Kenya. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 235, p. 61-79, 2016.

ALONSO, M. P. **Product service system**: benefits and barriers. 2007. 105p. Dissertação (Mestrado em Ciências Aplicadas) – Cranfield University, London, 2007.

AURICH, J. C.; FUCHS, C.; WAGENKNECHT, C. Life cycle oriented design of technical Product-Service Systems. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v. 14, n. 17, p.1480-1494, 2006.

BAINES, T. S. *et al.* State-of-the-art in product-service systems. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B**: Journal of Engineering Manufacture, London, v. 221, n. 10, p. 1543-1552, 2007.

BAINES, T. S.; LIGHTFOOT, H. W.; SMART, P. Servitization within manufacturing operations: An exploration of the impact on facilities practices. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture**, London, v. 226, n. 2, p. 377-380, 2012.

BECKER, J.; BEVERUNGEN, D.; KNACKSTEDT, R. Reference Models and Modeling Languages for Product-Service Systems – *Status-Quo* and Perspectives for Further Research. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 41., 2008, Waikoloa. **Proceedings** [...]. Los Alamitos: IEEE Computer Society, 2008. p. 105.

BERTRAM, D. **Likert Scales... are the meaning of life**. Calgary: University of Calgary, Department of Computer Science, 2007.

BESCH, K. Product-service systems for office furniture: barriers and opportunities on the European market. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v.13, n.10, p.1083-1094, 2005.

BEUREN, F. H. **Principais Fatores Críticos de Sucesso para Sistemas Produto-Serviço**. 2011. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2011.

BEUREN, F. H.; FERREIRA, M. G. G.; MIGUEL, P. A. C. Product-service systems: a literature review on integrated products and services. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v. 47, p. 222-231, 2013.

BEUREN, F. H.; PEREIRA, D.; FAGUNDES, A. B. Product-service Systems Characterization Based on Life Cycle: Application in a Real Situation. **Procedia CIRP**, Amsterdam, v. 47, p. 418-423, 2016.

BORGUINI, R. G.; SILVA, M. V. A opinião do consumidor sobre os alimentos orgânicos. **Higiene alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 121, p. 26-33, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Lei Federal nº 10.831 de 23 dezembro de 2003. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 dez. 2003. Seção 1, p. 8. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/L10.831.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.831.htm). Acesso em: 17 mai. 2018.

BRUNI, A. L. **SPSS aplicado à pesquisa acadêmica**. São Paulo: Atlas, 2009.

CHEKIMA, B. *et al.* Narrowing the gap: Factors driving organic food consumption. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v. 166, p. 1438-1447, 2017.

CIQ – CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL QUIRIRI. Disponível em: <http://quiriri.com.br/> Acesso em: 13 abr. 2018.

COOK, M. B.; BRAHMA, T. A.; LEMON, M. The transfer and application of Product Service Systems: from academia to UK manufacturing firms. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v.14, n. 17, p.1455-1465, 2006.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. 12. ed. São Paulo: McGraw Hill Brasil, 2016.

DIAS, V. D. V. *et al.* The organic food market: a quantitative and qualitative overview of international publications. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 155-174, 2015.

DALMORO, M.; VIEIRA, K. M. Dilemas na construção de escalas Tipo *Likert*: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados?. **Revista Gestão Organizacional**, Chapecó, v. 6, n. 3, p. 161-174, 2013.

GAD MOHSEN, M.; DACKO, S. An extension of the benefit segmentation base for the consumption of organic foods: A time perspective. **Journal of Marketing Management**, London, v. 29, n. 15-16, p. 1701-1728, 2013.

GOEDKOOP, M. *et al.* **Product Service-Systems, ecological and economic basics**. Report for Dutch Ministries of Environment (VROM) and Economic Affairs (EZ), 1999.

HEMPEL, C; HAMM, U. How important is local food to organic-minded consumers?. **Appetite**, London, v. 96, p. 309-318, 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2006 Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Uso de agricultura orgânica nos estabelecimentos. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Tabela 6579 - População residente estimada para 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>. Acesso em: 30 abr. 2018.

IBM SPSS Statistics. **Software de análise estatística e relatório**. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/marketplace/statistical-analysis-and-reporting/purchase>. Acesso em: 26 fev. 2018.

KANG, M. J.; WIMMER, R. Product service systems as systemic cures for obese consumption and production. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v. 16, n. 11, p. 1146-1152, 2008.

KIMITA, K.; SHIMOMURA, Y. Evaluation of customer satisfaction for PSS design. **Journal of Manufacturing Technology Management**, Bingley, v. 20, n. 5, p. 654-673, 2009.

KOMOTO, H. *et al.* Life Cycle Simulation for Analyzing Product Service Systems. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS DESIGN AND INVERSE MANUFACTURING, 4., 2005, Tokyo. **Proceedings** [...]. Piscataway: IEEE, 2005. p. 386-393.

LINDAHL, M.; SUNDIN, E.; SAKAO, T. Environmental and economic benefits of Integrated Product Service Offerings quantified with real business cases. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v. 64, n. 1, p. 288–296, 2014.

LUITEN, H.; KNOT, M.; VAN DER HORST, T. Sustainable product service-systems: the Kathalys method. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS DESIGN AND INVERSE MANUFACTURING, 2., 2001, Tokyo. **Proceedings** [...]. Piscataway: IEEE, 2001. p. 190-197.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp, 2002.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MONT, O. Drivers and barriers for shifting towards more service-oriented businesses: Analysis of the PSS field and contributions from Sweden. **The Journal of Sustainable Product Design**, Surrey, v. 2, n. 3, p. 89-103, 2002.(a)

MONT, O. Clarifying the concept of product service systems. **Journal of cleaner production**, Lund, v. 10, n. 3, p. 237-245, 2002.(b)

MONT, O.; PLEPYS, A. **Customer satisfaction**: review of literature and application to the product-service systems. Tokyo: Society for Non-Traditional Technology, 2003.

MOORE, D. S.; NOTZ, W. I.; FLIGNER, M. A. **A estatística básica e sua prática**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

MORELLI, N. Developing new product service systems. Methodologies and operational tools. **Journal of cleaner production**, Lund, v. 14, n. 17, p. 1495-1501, 2006.

NUTTAVUTHISIT, K.; THØGERSEN, J. The importance of consumer trust for the emergence of a market for green products: The case of organic food. **Journal of Business Ethics**, Heidelberg, v. 140, n. 2, p. 323-337, 2017.

PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. **Análise de Dados para Ciências Sociais**: a complementariedade do SPSS. 6. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2014.

OLIVEIRA, F. E. M. **SPSS Básico para Análise de Dados**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2007.

ÖLUNDH, G.; RITZÉN, S. Functional Sales as a further approach to Environmental Product Development - a case study. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS DESIGN AND INVERSE MANUFACTURING, 2., 2001, Tokyo. **Proceedings** [...]. Tokyo: IEEE, 2001. p. 619-624.

ROCKART, J. F. Chief executives define their own data needs. **Harvard business review**, Brighton, v. 57, n. 2, p. 81-93, 1979.

SAMARA, B. S.; DE BARROS, J. C. **Pesquisa de marketing**: conceitos e metodologia. Pearson Prentice Hall, 2007.

SAKAO, T.; PANSHEE, V.; DÖRSAM, E. Addressing Uncertainty of PSS for Value-Chain Oriented Service Development BT. In: SAKAO, T.; LINDAHL, M. (Eds.). **Introduction to Product/Service-System Design**. London: Springer London, 2009. p. 137-157.

STANTON, J. L.; WILEY, J. B.; WIRTH, F. F. Who are the locavores?. **Journal of Consumer Marketing**, Bingley, v. 29, n. 4, p. 248-261, 2012.

SCARABELOTTI, M.; SCHNEIDER, S. As cadeias agroalimentares curtas e desenvolvimento local—um estudo de caso no município de Nova Veneza/SC. **Revista Faz Ciência**, Francisco Beltrão, v. 14, n. 19, p. 101-130, 2012.

SILVA JUNIOR, S. D.; COSTA, F. J. Mensuração e escalas de verificação: uma análise comparativa das escalas de Likert e Phrase Completion. **PMKT – Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia**, São Paulo, v. 15, p. 1-16, 2014.

SHIMOMURA, Y.; HARA, T.; ARAI, T. A unified representation scheme for effective PSS development. **CIRP Annals – Manufacturing Technology**, Paris, v. 58, n. 1, p. 379-382, 2009.

SORLI, M.; ARMIJO, A. EPES: Engineering system for optimization of product life-cycle through adapted eco-services. **Procedia Engineering**, Oxford, v. 63, p. 310-317, 2013.

SOUZA, M. C. M. Aspectos institucionais do sistema agroindustrial de produtos orgânicos. **Revista Informações Econômicas**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 7-16, 2003.

TUKKER, A. Eight Types of Product Service Systems: Eight Ways To Sustainability?. *Business Strategy and the Environment*, Hoboken, v. 13, n. 4, p. 246-260, 2004.

THØGERSEN, J. Consumer behaviour and the environment: Which role for information?. In: KRARUP, S.; RUSSELL, C. S. **Environment, Information and Consumer Behaviour**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, Incorporated, 2005. p. 51-63.

VAN HALEN, C.; VEZZOLI, C.; WIMMER, R. **Methodology for product service system innovation: how to develop clean, clever and competitive strategies in companies**. Assen: Uitgeverij Van Gorcum, 2005.

WILLER, H.; LERNOUD, J. **The World of Organic Agriculture**. Statistics and Emerging Trends 2018. Bonn: IFOAM - Organics International, 2018. Disponível em: <https://shop.fibl.org/chde/mwdownloads/download/link/id/1093/>. Acesso em: 09 abr. 2018.

WILLIAMS, A. Product-service systems in the automotive industry: the case of micro-factory retailing. **Journal of Cleaner Production**, Lund, v. 14, n. 2, p. 172-184, 2006.

WILLIAMS, A. Product service systems in the automobile industry: contribution to system innovation? **Journal of Cleaner Production**, Lund, v. 15, n. 11, p. 1093-1103, 2007.

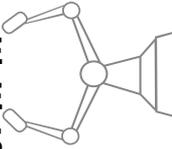
WU, Y.; GAO, J. *A Study on the Model and Characteristics of Product- Based Service Supply Chain*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LOGISTICS SYSTEMS AND INTELLIGENT MANAGEMENT, 1., 2010, Harbin. **Proceedings** [...]. Piscataway: IEEE, 2010. p. 1127-1131.

YANG, J. A balanced performance measurement scorecard approach for Product Service Systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUSINESS INTELLIGENCE AND FINANCIAL ENGINEERING, 2., 2009, Beijing. **Proceedings** [...]. Piscataway: IEEE, 2009.

YANG, L.; XING, K.; LEE, S. H. *Framework for PSS from Service' Perspective*. In: INTERNATIONAL MULTICONFERENCE OF ENGINEERS AND COMPUTER SCIENTISTS, 2010, Hong Kong. **Proceedings** [...] v. 3. Hong Kong: IMECS, 2010.

ZHENG, Y.; LI, D.; ZHAO, F. Concept Analysis for Service-oriented Manufacturing: Based on Interpretive Structural Modeling. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND ENGINEERING MANAGEMENT, 2009, Hong Kong. **Proceedings** [...]. Piscataway: IEEE, 2009. p. 2492-2496.

# CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO NO SETOR DE TERMOFORMAGEM DE UMA INDÚSTRIA DE COPOS PLÁSTICOS DESCARTÁVEIS



**Gabriel Preuss Luz**

Universidade Federal de Santa Catarina  
gabrielpreuss@gmail.com

**Guilherme Luz Tortorella**

Universidade Federal de Santa Catarina  
gtortorella@bol.com.br

**Recebido em:** 14/11/2019

**Aceito em:** 02/03/2020

**Resumo:** O presente artigo apresenta a análise de um processo de termoformagem para a adoção de práticas de controle estatístico do processo (CEP). Tal análise contou com a utilização de ferramentas como a análise de variância (ANOVA) e gráficos de controle do processo, bem como a determinação de índices de capacidade do processo  $C_p$  e  $C_{pk}$ . As análises de dados foram realizadas através do software Minitab 17, que permite uma ágil mecanização de cálculos envolvidos em uma abordagem estatística. O desenvolvimento desse artigo conta com uma rápida apresentação das técnicas e métodos utilizados para implementação desse projeto no setor de interesse. A ideia de desenvolvimento do CEP partiu da constatação de problemas relacionados com a qualidade dos copos plásticos descartáveis fabricados. Principalmente, ligados à espessura da parede lateral do produto, sendo frequentes as reclamações dos consumidores.

**Palavras-chave:** Termoformagem; Copos plásticos descartáveis; Controle estatístico do processo (CEP).

**Abstract:** *This paper presents the analysis of a thermoforming process aiming at the adoption of Statistical Process Control (SPC) practices. Such analysis included the use of tools such as analysis of variance (ANOVA) and process control graphs, as well as the determination of process capacity indices  $C_p$  and  $C_{pk}$ . Data analysis was performed using the Minitab17 software, which allows an agile mechanization of calculations involved in a statistical approach. The development of this article provides a brief presentation of the techniques and methods used to implement this project in the industrial department analysed. The idea of development of the SPC came from problems related to the quality of manufactured disposable plastic cups.*

**Keywords:** *Thermoforming; Disposable plastic cups; Statistical Process Control (SPC).*

**Resumen:** *Este artículo presenta el análisis de un proceso de termoformado para la adopción de prácticas de control estadístico de procesos (CEP). Dicho análisis incluyó el uso de herramientas como el análisis de varianza (ANOVA) y los gráficos de control de procesos, así como la determinación de los índices de capacidad del proceso  $C_p$  y  $C_{pk}$ . El*

*análisis de datos se realizó utilizando el software Minitab 17, que permite una mecanización ágil de los cálculos involucrados en un enfoque estadístico. El desarrollo de este artículo tiene una breve presentación de las técnicas y métodos utilizados para implementar este proyecto en el sector de interés. La idea del desarrollo del CEP surgió al encontrar problemas relacionados con la calidad de los vasos de plástico desechables fabricados. Principalmente, vinculado al grosor de la pared lateral del producto, siendo frecuentes las quejas de los consumidores.*

**Palabras clave:** Termoformado; Vasos de plástico desechables; Control Estadístico de Procesos (CEP).

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento desse artigo trata da falta de um controle de processos efetivo no setor de Termoformagem de uma indústria de copos plásticos estudada. A empresa está localizada no estado de Santa Catarina, mais especificamente na região sul do estado. Tendo em vista, tratar-se de uma indústria ainda pouco afeita às principais práticas de Controle de Qualidade em seus produtos faz-se necessário a realização de um estudo que permita à empresa a adoção de mecanismos para a garantia da qualidade. A utilização do Controle Estatístico do Processo (CEP) foi sugerida pelos gestores do setor de Engenharia Industrial e de Engenharia de Processos como alternativa para um controle efetivo do processo de fabricação de copos plásticos descartáveis no setor de Termoformagem da fábrica. Com a implantação de melhorias no processo de fabricação, pretende-se levar essa indústria a um patamar adequado de qualidade na fabricação dos seus produtos. A implantação do Controle Estatístico do Processo (CEP) no setor de Termoformagem busca trazer melhorias no cotidiano da fábrica, reduzindo a quantidade de aparas produzidas e aumentando a eficiência das atividades e, além disso, possibilita a adoção de ações corretivas no sentido de garantir a qualidade do produto entregue aos consumidores. Nesse sentido, pretende-se implantar um controle efetivo do processo produtivo nesse setor para garantir que os produtos sejam entregues aos consumidores com perfeitas condições de uso. O Controle Estatístico do Processo (CEP) mostra-se uma ferramenta útil para esse caso, uma vez que permite o controle da espessura de parede dos copos. Isso porque as indústrias do setor não podem negligenciar as normas estabelecidas pelo INMETRO no que diz respeito a esses parâmetros de seus produtos.

Este projeto tem como intuito, portanto, a implantação do controle estatístico do processo no setor de Termoformagem da indústria a ser estudada. Buscando trazer contribuições significativas para esse segmento da indústria no que diz respeito ao atendimento da qualidade dos produtos ofertados. O estudo e aplicação do CEP tem ligação direta com a investigação de possíveis melhorias nos sistemas de gestão da produção e utilizou o método de análise de variância (ANOVA) para comparar distribuições relacionadas a temperaturas de zonas de aquecimento e espessura dos copos plásticos descartáveis fabricados. Espera-se que outras indústrias do setor possam ser beneficiadas com a aplicação dessa abordagem estatística.

## 2. MÉTODO

Esta etapa irá apresentar os principais métodos que serão utilizados para dar forma ao projeto em questão. Através da aplicação das metodologias aqui apresentadas espera-se que seja possível cumprir a análise pretendida.

O método de pesquisa científica no qual o presente projeto enquadra-se é o da pesquisa-ação. De acordo com Thiollent (1985 *apud* Gil, 2002, p. 14) a pesquisa-ação pode ser assim definida:

[...] um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Como exposto, a pesquisa-ação exige um envolvimento ativo por parte do pesquisador e existe a necessidade da contribuição das pessoas que lidam diretamente com o problema. Tal definição está em consonância com Benbasat, Goldstein e Mead (1987), os quais afirmam que nesse tipo de pesquisa o pesquisador deixa de ser um observador independente e passa a agir para solucionar um problema e gerar contribuições no desenvolvimento do sistema no qual atua. No caso do projeto a ser desenvolvido, os principais envolvidos com o problema são os gestores da fábrica, os líderes de setor, os operadores dos equipamentos e o pesquisador.

As seguintes etapas serão seguidas para elaboração desta pesquisa-ação:

- a) Pesquisa bibliográfica;
- b) Pesquisa à documentação pertinente;
- c) Acompanhamento do processo produtivo;
- d) Coleta de dados;
- e) Análise e interpretação dos dados.

Uma pesquisa bibliográfica será realizada com o intuito de aprofundar conhecimentos relacionados à área de estudo, bem como permitir melhor compreender as ferramentas a serem utilizadas na resolução do problema. Serão feitas buscas para encontrar obras literárias, artigos, dissertações e teses que possam ser utilizados na confecção das análises. A pesquisa à documentação visa compreender as recomendações e diretrizes colocadas, por exemplo, pelos manuais de fabricantes dos equipamentos, pelas instruções de trabalho da indústria em questão, bem como pelos setores de recursos humanos, planejamento e controle da produção e segurança industrial. Sobretudo, pois é necessário atender às normas e requisitos estabelecidos por tais instituições e setores.

Como mostra o exposto acima a pesquisa-ação procura aproximar o pesquisador do objeto de estudo de seu trabalho. Através de uma pesquisa desse tipo é possível perceber com maior clareza os fatores mais importantes a serem levados em consideração no momento de efetuar a implementação do controle estatístico do processo no setor de Termoformagem dessa indústria. Dessa forma, faz-se necessário o acompanhamento do processo produtivo até que ele seja completamente entendido e suas particularidades observadas.

A coleta de dados será efetuada pelos operadores do setor, de acordo com número de amostras de produto a serem analisadas. O software utilizado para implementar o controle estatístico do processo será o Minitab17<sup>®</sup>. Essa é uma ferramenta computacional que favorece o cálculo de diversas medidas estatísticas a serem utilizadas na confecção do projeto, bem como permite a plotagem de gráficos de controle.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A formulação de uma fundamentação teórica para embasar o estudo a ser realizado neste projeto proporcionará a construção de um alicerce dos principais conceitos a serem trabalhados durante seu processo de confecção. De forma geral, os assuntos que serão explorados nessa etapa estão relacionados aos temas: indústria de copos plásticos descartáveis, análise de variância e controle estatístico do processo (CEP). Serão apresentados fatos e conceitos relevantes de cada tema elencado anteriormente.

#### 3.1 Indústria de copos plásticos descartáveis

No Brasil, segundo levantamento realizado pelo BRDE – Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul – são cerca de 25 indústrias de copos plásticos descartáveis, dentre elas 8 estão localizadas no estado de Santa Catarina, nos municípios de Criciúma, Içara, Orleans, São Ludgero e Urussanga, sendo esse estado o maior polo de produção de descartáveis do Brasil. Ainda conforme pesquisa realizada pelo BRDE (2006), estima-se que esse segmento da indústria gere, aproximadamente, 10 mil empregos diretos e movimente uma quantia de cerca de R\$ 600 milhões. A produção nacional de copos descartáveis é de cerca de 96 mil toneladas/ano. A demanda por esses produtos é influenciada, principalmente, por festas e eventos regionais. De modo geral, as empresas preferem os mercados das regiões mais quentes.

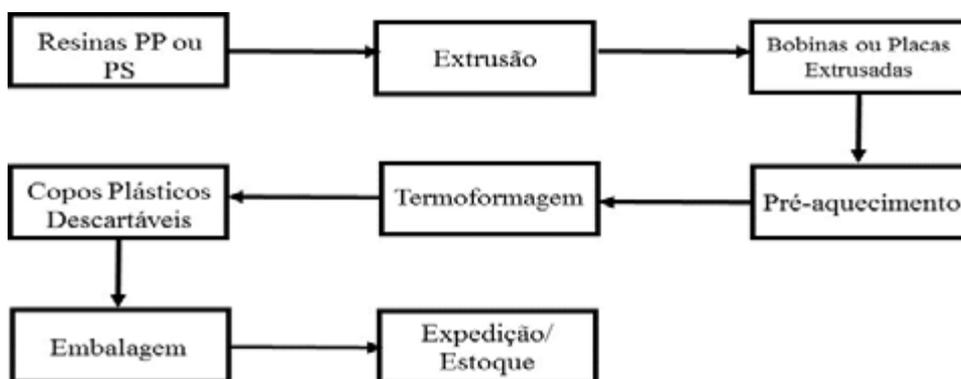
As matérias primas básicas utilizadas no processo de produção de copos plásticos descartáveis são as resinas (PP) e (PS), Polipropileno e Poliestireno respectivamente.

São resinas derivadas do petróleo utilizadas pela indústria, classificadas como polímeros. De acordo com Callister (2002), os polímeros são compostos sólidos, não-metálicos, normalmente orgânicos e de alto peso molecular. Classificados como polímeros termoplásticos o polipropileno e o poliestireno oferecem a vantagem de serem reaproveitáveis, caso ocorram problemas durante o processo de termoformagem. Tal fato contribui para a larga utilização dessa matéria-prima pela indústria de artefatos plásticos (NORTON, 2004).

O polipropileno (PP) possui características básicas que o tornam passível de ser utilizado na fabricação dos copos descartáveis, dentre elas podem-se citar: elevada resistência mecânica, rigidez e dureza, a qual se mantém mesmo quando submetido a temperaturas relativamente elevadas. Por outro lado, o poliestireno (PS) também é uma opção de matéria-prima, apresentando boa adaptação à produção em massa, uma vez que é facilmente moldável. As limitações do poliestireno estão relacionadas à baixa resistência a quente e à exposição ao tempo, sendo frágil e suscetível ao ataque de solventes orgânicos (BLASS, 1988).

O processo produtivo de uma indústria de copos plásticos descartáveis é realizado em basicamente três etapas. Primeiramente, as resinas sofrem o processo de extrusão, gerando bobinas ou placas de resina extrusada que em seguida segue para o setor de Termoformagem. Nesse setor a bobina ou placa, proveniente do setor de extrusão, é aquecida a uma temperatura pré-determinada e passa pela termoformadora que, através da aplicação de pressão em um molde, forma o copo plástico descartável. Uma vez formados, os copos podem ser embalados e prosseguem para o estoque ou expedição. A Figura 1 ilustra o processo produtivo descrito.

**Figura 1** – Processo produtivo de copos plásticos descartáveis



Fonte: Os autores (2019)

### 3.2 Análise de variância – ANOVA

A análise de variância – ANOVA - é uma metodologia para teste da igualdade de duas ou mais médias populacionais. Essa metodologia baseia-se na análise de variâncias amostrais e, geralmente utiliza um nível de significância de 0,05 ( $\alpha = 0,05$ ). Tal nível de confiança representa uma confiabilidade de 95% nos resultados. A aplicação da análise de variância está arraigada ao cálculo da estatística de teste F, composta pela razão de duas estimativas a saber: variância dentro das amostras e a variância entre amostras (TRIOIA, 2005). A utilização da ANOVA compreende a realização de testes, nos quais variáveis de entrada de um processo são modificadas para que se observem as alterações causadas às variáveis de saída de interesse do investigador. A realização de tais testes é bastante útil quando deseja-se analisar dois tipos de fatores para conhecer níveis ótimos de operação de cada fator (MONTGOMERY, 2012).

Conforme Montgomery *et al.* (2009), a ANOVA trata de um teste de hipóteses. A hipótese nula ( $H_0$ ) indica que as médias de um determinado fator considerado são iguais, enquanto que a hipótese alternativa ( $H_1$ ) alega que pelo menos uma das médias analisadas é diferente das demais de forma significativa. Para Grigolo *et al.* (2012) boas práticas de utilização dessa ferramenta incluem a realização de testes de normalidade, de independência e de que as populações analisadas possuam variâncias iguais. Todavia, o autor salienta para o fato de tal ferramenta ser bastante robusta, sendo capaz de apresentar resultados satisfatórios mesmo se uma dessas suposições forem violadas.

### 3.3 Controle estatístico do processo

O Controle Estatístico do Processo – CEP – é um conjunto de ferramentas que auxiliam na resolução de problemas ligados à variabilidade dos processos. Com a redução na variabilidade pode-se chegar a um aumento da capacidade do processo, bem como alcançar a estabilidade do mesmo. O CEP tem como objetivo monitorar os processos produtivos ao longo do tempo, buscando identificar eventos incomuns que influenciam nas características de qualidade de um produto (MONTGOMERY, 2012).

Para Samohyl (2009), a ideia principal do CEP é a de que processos de produção com menores níveis de variabilidade propiciam melhores níveis de qualidade no processo produtivo. Além disso, quando os processos melhoram existe, também, uma redução nos custos. De modo geral, os custos diminuem devido a duas razões: a inspeção por amostragem e a redução dos rejeitos de produção. A inspeção por amostragem leva a uma redução nos custos, uma vez que não é necessário inspecionar 100% dos produtos. Por sua vez, a redução na quantidade de rejeitos proporcionada pelo CEP reduz os custos

na linha de produção. Menores níveis de refugos acarretam menor necessidade de retrabalho por parte dos operadores.

No que tange o uso dos gráficos de controle, salienta-se que é uma ferramenta utilizada na detecção de alterações inusitadas em uma ou mais características de um processo ou produto. Conforme afirma Samohyl (2009) os limites de controle para um gráfico de controle por variáveis, são calculados conforme mostram as equações (1) e (2) a seguir:

$$LCS = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad (1) \qquad LCI = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \quad (2)$$

Como se pode notar os limites são calculados de forma bastante semelhante. O  $\bar{\bar{X}}$  é a média calculada do processo, o  $\bar{R}$  é a média das amplitudes da amostra, enquanto que o  $A_2$  é um coeficiente tabelado (coeficiente de Shewhart).

### 3.3.1 Índices de capacidade do processo

No que diz respeito à produção, o termo “capacidade do processo”, segundo Veit (2003), “indica o nível de tolerância que ele é capaz de suportar em condições normais”. A utilização dos gráficos de controle permite que a estabilidade do processo seja verificada ao longo do tempo. Todavia, através deles não é possível avaliar se este está atendendo as especificações de projeto de um certo produto. Os principais índices de capacidade de um processo são o  $C_p$  e o  $C_{pk}$ . O  $C_p$  é utilizado para processos centrados no meio das especificações, já o  $C_{pk}$  é utilizado para processos não-centrados (SAMOHYL, 2009).

Para processos centrados o índice de capacidade  $C_p$  é a distância entre o limite de especificação superior (LES) e o limite de especificação inferior (LEI) dividido pela variabilidade natural do processo, que é igual a 6 desvios padrão ( $\sigma$ ). Tal índice pode ser calculado conforme a equação (3). O desvio padrão ( $\sigma$ ), por sua vez, pode ser calculado através da equação (4):

$$(C_p) = \frac{(LES-LEI)}{6\sigma} \quad (3) \qquad \sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (4)$$

Sendo que o representa a média das amplitudes de cada subgrupo amostrado para a confecção dos gráficos de controle. O coeficiente estatístico  $d_2$  é tabelado e pode ser consultado em uma tabela de coeficientes de Shewhart. A interpretação do valor de  $C_p$  encontrado é a seguinte. Caso  $C_p < 1$ , o processo é incapaz;  $1 \leq C_p \leq 1,33$ , processo aceitável;  $C_p > 1,33$ , processo capaz.

O cálculo do índice  $C_{pk}$  é exigido quando um processo não está centrado no valor nominal. Tal índice pode ser determinado pela equação (5) a seguir:

$$C_{pk} = \text{mínimo} [C_{pl} = (\text{média} - \text{LEI})/3\sigma; C_{pu} = (\text{LES} - \text{média})/3\sigma] \quad (5)$$

Detalhando de forma mais clara, o  $C_{pk}$  é calculado através da escolha do menor valor calculado pela equação. O  $C_{pl}$  leva em conta o limite de especificação inferior, enquanto que o  $C_{pu}$  utiliza o limite de especificação superior no cálculo. A média do processo é aquela calculada para as amostras do processo produtivo. O desvio padrão é representado pelo símbolo  $\sigma$ . A interpretação do valor do  $C_{pk}$  é semelhante à do índice  $C_p$ . No caso de  $C_{pk} < 1$ , o processo é incapaz;  $1 \leq C_{pk} \leq 1,33$ , processo aceitável;  $C_{pk} > 1,33$ , processo capaz (VIEIRA, 1999).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de dados desenvolvidas nesse estudo são apresentadas a seguir. A coleta e análise de dados deu-se nos meses de janeiro e fevereiro do ano de 2019.

### 4.1 Coleta de dados e análise dos dados ANOVA

Tendo em vista a necessidade de um maior direcionamento dos esforços, optou-se por realizar a coleta de dados em uma termoformadora especializada na produção de copos transparentes de 200 ml, o qual deve apresentar uma espessura mínima de 510 $\mu$ m em sua parede lateral, evitando possíveis rachaduras.

Os profissionais que trabalham no setor observam que os fatores principais que levam a produção de copos plásticos descartáveis não conformes estão relacionados ao ajuste de temperatura das zonas de aquecimento superior. Uma termoformadora é composta por várias resistências elétricas (típicas de aquecedores radiantes), cada uma delas compõem uma zona de temperatura a ser controlada pelo operador da máquina. Observa-se que, embora uma termoformadora apresente muitas fileiras de aquecimento, as que mais influenciam na qualidade do produto são as duas primeiras fileiras, já que geralmente são as fileiras de maior temperatura (em torno de 600 °C).

Baseando-se em tal fato optou-se por realizar a coleta de dados das duas temperaturas de interesse e a medição da espessura do copo plástico produzido. Essa medição ocorreu durante treze dias e gerou 208 leituras de temperatura para cada fileira de interesse, bem como 208 medições de espessura. Cabe salientar que o tamanho da amostra de produto foi definido em 8 unidades e que a coleta foi realizada duas vezes ao dia.

Com o intuito de verificar a interação entre a variação das duas temperaturas e a espessura do produto fabricado, optou-se pela realização de uma análise de variância – ANOVA – com o auxílio do Minitab17. Como já era esperado, e conforme conhecimento do processo por parte dos operadores, as maiores temperaturas implicam em uma espessura menor do que a mínima recomendada 510  $\mu\text{m}$ . A Tabela 1 gerada pelo Minitab17 apresenta ao usuário valores p (p-value) muito menores do que  $\alpha = 0,05$ , logo pode-se rejeitar a hipótese nula e confirmar que as temperaturas de zona primária têm um efeito principal sobre a espessura do copo.

**Tabela 1 – ANOVA Minitab 17**  
**General Linear Model: Espessura ( $\mu\text{m}$ ) versus Temperatura Zona; Temperatura Zona**

| Analysis of Variance        |     |         |         |         |         |
|-----------------------------|-----|---------|---------|---------|---------|
| Source                      | DF  | Adj SS  | Adj MS  | F-Value | P-Value |
| Temperatura Zona Primária   | 3   | 22000,1 | 7333,37 | 3878,83 | 0,000   |
| Temperatura Zona Secundária | 3   | 1497,3  | 499,10  | 263,99  | 0,000   |
| Error                       | 201 | 380,0   | 1,89    |         |         |
| Lack-of-Fit                 | 9   | 196,2   | 21,80   | 22,77   | 0,000   |
| Pure Error                  | 192 | 183,8   | 0,96    |         |         |
| Total                       | 207 | 23877,4 |         |         |         |

Fonte: Os autores (2019)

Com relação ao Valor F (F-Value) pode-se afirmar que seu elevado valor indica que ocorreu uma diferença significativa entre as médias dos grupos. Além disso, reforça que o valor P é bastante significativo para a análise de variância realizada.

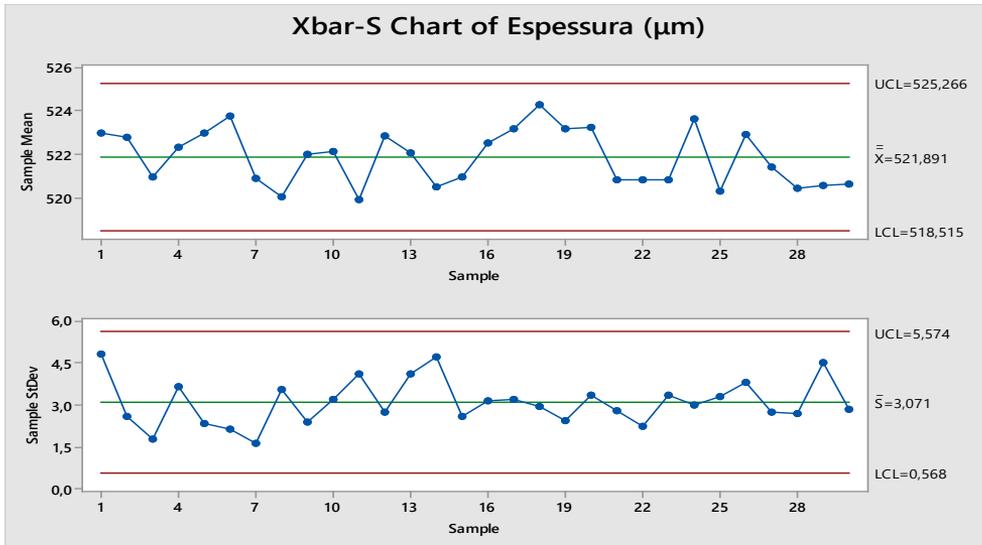
## 4.2 Coleta de dados e análise dos dados CEP

Para a implantação da fase inicial do controle estatístico de processo levou-se em consideração o efeito que as temperaturas de zonas primárias acarretam no processo de termoformagem. A coleta de dados durou 15 dias, efetuaram-se mais 240 medições de espessura de copos plásticos produzidos. Cabe salientar que, em um primeiro momento, decidiu-se pela execução dessas medições em uma termoformadora piloto, responsável pela produção de copos plásticos descartáveis transparentes de polipropileno (PP) de 200 ml. Isso porque trata-se de uma família de copos largamente fabricada. As amostras de copos, de 8 unidades, foram coletadas em dois períodos do dia.

A análise do CEP, tendo em vista a natureza contínua dos dados, foi realizada através do Minitab 17 utilizando o gráfico X-bar S (gráfico para avaliar a tendência central do processo, bem como o gráfico para a dispersão dos dados utilizando o desvio-padrão amostral). Posteriormente, os dados de espessura foram utilizados para o cálculo

dos índices de capacidade do processo. A Figura 2 apresenta o gráfico de controle para espessuras considerando um subgrupo de 8 unidades. Vale ressaltar que esse parâmetro é estabelecido em  $520 \pm 10 \mu\text{m}$ .

**Figura 2** – Gráfico de Controle para Espessura do copo plástico



Fonte: Os autores (2019)

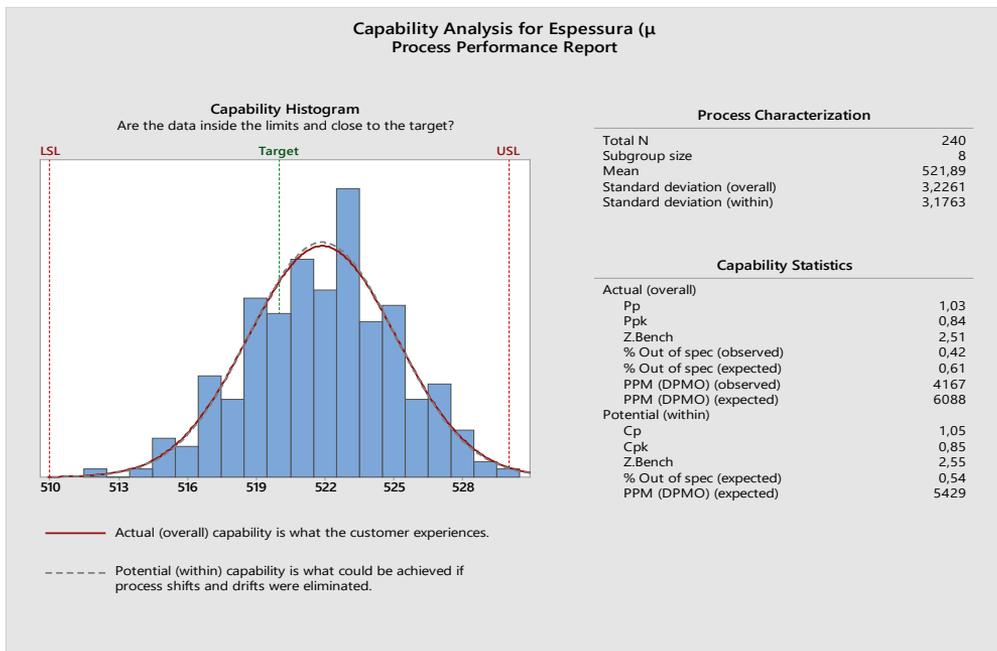
Como pode-se notar pela Figura 2, o gráfico de controle para a espessura do copo plástico está sob controle. Não há pontos fora dos limites de controle superior e inferior. Optou-se pela utilização do gráfico S para observar a dispersão dos dados, tendo em vista o tamanho de amostra adotado. Conforme pode-se notar pelo gráfico S não ocorreram pontos fora dos limites de controle superior e inferior. Além disso, em nenhum dos dois gráficos existe a presença de algum padrão que indique falta de controle.

O próximo passo da análise buscou focar no cálculo dos índices de capacidade do processo  $C_p$  e  $C_{pk}$ , os quais são facilmente determinados através do Minitab 17. A Figura 3 apresenta os resultados obtidos nessa análise.

Conforme pode-se observar os índices  $C_p$  e  $C_{pk}$  calculados são respectivamente 1,05 e 0,85. Um índice  $C_p = 1,05$  sugere que o processo produtivo é aceitável, já um  $C_{pk} = 0,85$  indica que o processo é incapaz. De modo geral, tal resultado já era esperado pelos gestores tendo em vista tratar-se de um projeto piloto de implantação do CEP nesse setor da fábrica. Novas medidas devem ser tomadas no sentido de conferir ao processo maior estabilidade, sobretudo no que diz respeito ao controle térmico de produção. Saliaenta-se que os índices Pp e Ppk, embora fornecidos na análise pelo Minitab 17, não foram objeto de análise nesse projeto preliminar. O histograma de capacidade apresen-

tado pelo software deixa claro que o processo está fabricando grande parte dos copos plásticos com espessura acima da especificada 520 µm. Esse resultado, em uma primeira análise é considerado satisfatório, visto que a espessura mínima recomendada é de 510 µm. Entretanto, ao produzir copos com espessura acima da especificada a empresa estará utilizando maior quantidade de matéria-prima, gerando custos desnecessários. Dessa maneira, uma investigação mais aprofundada deverá ser realizada nos próximos meses.

**Figura 3 – Índices de capacidade do processo**



Fonte: Os autores (2019)

## 5. CONCLUSÃO

O uso de ferramentas estatísticas como a ANOVA foi bastante útil para perceber o relacionamento existente entre as zonas primárias e secundárias de temperatura com o cumprimento da especificação de espessura indicada. Os valores P calculados pelo Minitab 17 nessa análise ficaram abaixo do valor  $\alpha = 0,05$ , desse modo confirmou-se a hipótese de relacionamento entre as variáveis analisadas. Tal constatação já era esperada pelos gestores tendo em vista suas experiências no cotidiano fabril.

Em relação a análise pelo controle estatístico do processo observou-se, após a coleta de dados, que os ajustes de parâmetros de termoformagem, principalmente as

temperaturas de zona primária e secundária surtiram o efeito esperado na espessura do copo termoformado. A média do processo ficou em torno de 521,89  $\mu\text{m}$  e os limites superior e inferior foram, respectivamente, 525,26 e 518,51  $\mu\text{m}$ . Tendo em vista que a especificação do tipo de copo plástico analisado é estipulada em 520 +/- 10  $\mu\text{m}$ , constatou-se que o processo se comportou adequadamente durante o período de análise.

Complementando a análise do processo calcularam-se os índices de capacidade do processo  $C_p$  e  $C_{pk}$ . Os valores calculados para esses índices indicaram que o processo ainda precisa de ajustes. Principalmente no que diz respeito ao índice  $C_{pk}$ , o qual indicou incapacidade do processo. De maneira geral, tal resultado já era esperado pelos gestores, uma vez que o  $C_{pk}$ , diferentemente do  $C_p$ , considera a centralização do processo e a média, ajustando o índice  $C_p$  para distribuições não centradas entre os limites de especificação do projeto. No que tange as ações futuras a serem investigadas está o não atendimento do índice  $C_{pk}$  e início dos procedimentos de análise em outras termoformadoras.

## Referências

- ABNT. **NBR 14.865**: Copos plásticos descartáveis. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. Disponível em: <http://docslide.com.br/documents/abnt-nbr-14865-2002pdf.html>. Acesso em: 5 set. 2018.
- BENBASAT, I.; GOLDSTEIN, D. K.; MEAD, M. The case research strategy in studies of information systems. **MIS Quarterly**, Minneapolis, v. 11, n. 3, p. 369-386, sep. 1987.
- BLASS, A. **Processamento de polímeros**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1988.
- BRDE. **Indústria de copos plásticos descartáveis**: breve panorama da situação atual e das perspectivas do segmento, com ênfase em Santa Catarina. Florianópolis: BRDE, 2006. Disponível em: <http://portaldeeconomiasc.fepese.org.br/arquivos/links/plasticos/2006%20Copos%20plasticos%20descartaveis.pdf>. Acesso em: 11 set. 2016.
- CALLISTER, JR. W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais**: uma introdução. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2002.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.
- GRIGOLO, V. E.; OLIVEIRA, G. A. Análise de variância (ANOVA) em aplicações agroindustriais. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLOGIA DA UTFPR, 17., 2012, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: UTFPR, 2012.
- GRUENWALD, P. E. **Thermoforming**: a plastic processing guide. Lancaster: Technomic Publishing Company, 1987.
- INMETRO. **Programa de análise de produtos**: copos plásticos descartáveis. Rio de Janeiro: INMETRO, 2004. Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/copos\\_plasticos.asp](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/copos_plasticos.asp). Acesso em: 10 ago. 2018.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2012.

NORTON, L. R. **Projeto de máquinas**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

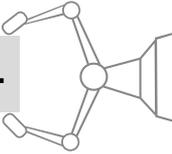
SAMOHYL, R. W. **Controle estatístico da qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Editora Cortez, 1985.

TRIOIA, M. F. **Introdução à estatística**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

VEIT, E. **O controle estatístico de processos na indústria de cabinagem de veículos**: um estudo de caso. 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade**: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1999.



### FOCO E ESCOPO

A Revista de Engenharia de Produção (REP) se propõe a divulgar trabalhos acadêmicos empíricos ou teóricos que contribuam para ampliação do conhecimento nas 11 grandes áreas e subáreas da Engenharia de Produção segundo classificação da ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção):

1. **GESTÃO DA PRODUÇÃO**; 1.1. Gestão de Sistemas de Produção; 1.2. Planejamento e Controle da Produção; 1.3. Logística e Gestão da Cadeia de Suprimentos e Distribuição; 1.4. Projeto de Fábrica e de Instalações Industriais; 1.5. Gestão da Manutenção; 1.6. Simulação da Produção; 1.7. Gestão de Processos Produtivos; 1.8. Gestão de Operações e Serviços; 2. **GESTÃO DA QUALIDADE**; 2.1. Controle Estatístico da Qualidade; 2.2. Normalização e Certificação para a Qualidade; 2.3. Organização Metrológica da Qualidade; 2.4. Confiabilidade de Processos e Produtos; 2.5. Qualidade em Serviços; 3. **GESTÃO ECONÔMICA**; 3.1. Engenharia Econômica; 3.2. Gestão de Custos; 3.3. Gestão Financeira de Projetos; 3.4. Gestão de Investimentos; 3.5. Gestão de Desempenho de Sistemas de Produção e Operações; 4. **ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO**; 4.1. Projeto e Organização do Trabalho; 4.2. Psicologia do Trabalho; 4.3. Biomecânica Ocupacional; 4.4. Projeto e Gestão da Segurança do Trabalho; 4.5. Análise e Prevenção de Riscos de Acidentes; 4.6. Ergonomia do Produto; 4.7. Ergonomia dos Processos de Produção; 5. **GESTÃO DO PRODUTO**; 5.1. Pesquisa de Mercado; 5.2. Planejamento do Produto; 5.3. Metodologia de Projeto do Produto; 5.4. Engenharia de Produto; 5.5. Marketing do Produto; 6. **PESQUISA OPERACIONAL**; 6.1. Programação Matemática; 6.2. Decisão Multicriterial; 6.3. Processos Estocásticos; 6.4. Modelagem, Análise e Simulação; 6.5. Teoria da Decisão e Teoria dos Jogos; 6.6. Análise de Demandas por Produtos; 7.

**GESTÃO ESTRATÉGICA E ORGANIZACIONAL**; 7.1. Planejamento Estratégico e Operacional da Estrutura Organizacional; 7.2. Estratégias de Produção; 7.3. Organização Industrial; 7.4. Gestão e Estratégia de Mercados e Produtos; 7.5. Redes de Empresas e Gestão da Cadeia Produtiva; 8. **GESTÃO DO CONHECIMENTO ORGANIZACIONAL**; 8.1. Gestão da Inovação; 8.2. Gestão da Tecnologia; 8.3. Gestão da Informação de Produção e Operações; 8.4. Gestão de Projetos; 8.5. Gestão do Conhecimento em Sistemas Produtivos; 9. **GESTÃO AMBIENTAL DOS PROCESSOS PRODUTIVOS**; 9.1. Gestão de Recursos Naturais; 9.2. Gestão Energética; 9.3. Produção mais Limpa e Ecoeficiência; 9.3. Gestão de Resíduos Industriais e Prevenção de Poluição; 10. **EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**; 10.1. Estudo do Ensino de Engenharia de Produção; 10.2. Estudo do Desenvolvimento e Aplicação da Pesquisa em Engenharia de Produção; 10.3. Estudo da Prática Profissional em Engenharia de Produção; 11. **ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, SUSTENTABILIDADE E RESPONSABILIDADE SOCIAL**; 11.1. Ética e Transparência nas Decisões Organizacionais; 11.2. Governança Organizacional; 11.3. Responsabilidade Social Organizacional; 11.4. Sustentabilidade e Sistemas de Indicadores; 11.3. Desenvolvimento Sustentável em Engenharia de Produção.

### SUBMISSÃO

Os trabalhos são recebidos em fluxo contínuo e devem ser encaminhados pelo endereço eletrônico <https://periodicos.ufms.br/index.php/REP>.

### DIRETRIZES PARA AUTORES

Idioma: Serão aceitos artigos escritos em português, espanhol ou inglês americano.

Formato do arquivo: O artigo deve ser enviado no formato de arquivo do programa Microsoft Office Word.

## FORMATAÇÃO

O artigo deve conter a seguinte formatação:

- Deve ser elaborado em folha tamanho A4 (210mm x 297mm), com margens superior e esquerda de 3cm e inferior e direita de 2cm.

- A fonte deve ser Arial tamanho 12 e espaço entre linhas de 1,5 cm em todo o trabalho, exceto:

- resumo, que deve aparecer com fonte tamanho 11 e espaço entre linhas simples. O resumo deverá ter de 100 a 250 palavras. É um elemento obrigatório.

- abstract é a tradução do resumo para o inglês e na mesma formatação. É um elemento obrigatório.

- resumen é a tradução do resumo para o espanhol e na mesma formatação. É um elemento obrigatório.

- palavras-chave devem ser em número máximo de cinco e na mesma formatação do resumo. É um elemento obrigatório.

- keywords são a tradução das palavras-chave para o inglês e na mesma formatação. É um elemento obrigatório.

- palabras clave são a tradução das palavras-chave para o espanhol e na mesma formatação. É um elemento obrigatório.

- legendas, que devem ser inseridas com fonte tamanho 10 e espaço entre linhas simples.

- A numeração das páginas deve figurar no canto superior direito, iniciando pela página de título.

- O trabalho deve conter entre 4000 e 8000 palavras, incluindo as referências.

- O título e o resumo não devem conter abreviações. No texto as abreviações devem ser utilizadas apenas após terem sido citadas por extenso.

- Todas as referências devem estar citadas no texto.

- Não são permitidas notas de rodapé.

- Será permitida a submissão de trabalhos com até no máximo 5 (cinco) autores.

- O arquivo eletrônico do trabalho não deve conter informações sobre os autores.

- Um modelo eletrônico do artigo final será enviado ao autor principal após aprovação do artigo.

## AVALIAÇÃO

A revista conta com um corpo editorial permanente e avaliadores *ad hoc*. Procura-se evitar concentração institucional, geográfica e temática de seus membros. Os artigos submetidos são enviados para dois avaliadores por meio do sistema *double-blind review process* (sem identificação dos autores). Havendo discordância entre os pareceristas, o trabalho é encaminhado a um terceiro avaliador.

## CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir: - As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores. - A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista. - O arquivo da submissão está em formato Microsoft Word e contém no máximo 5 autores. - URLs para as referências foram informadas quando possível. - O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em Diretrizes para Autores. - Em caso de submissão a uma seção com avaliação pelos pares (ex.: artigos), as instruções disponíveis em Assegurando a avaliação pelos pares cega foram seguidas.

## PERIODICIDADE

A Revista de Engenharia de Produção (REP) é uma publicação trimestral, da área de Engenharia de Produção, que visa publicar artigos de alcance regional, nacional e internacional, em português, espanhol ou inglês. A revista tem como prioridade a indexação, objetivando garantir a perpetuação das publicações em versão online. Publica artigos originais com contribuições relevantes e inéditas de pesquisadores nacionais e internacionais. A revista tem acesso livre e não há cobrança de taxas para submissão e/ou leitura dos artigos publicados.

## POLÍTICA DE ACESSO LIVRE

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratização mundial do conhecimento.