

**Organizadores:**

**Eduardo Mendonça Pinheiro**

**Patrício Moreira de Araújo Filho**

**Glauber Tulio Fonseca Coelho**



# 4iD

**ENGÊNHARIA**

**a era da produção inteligente**

**2020**

  
**Pascal**  
Editora

**2º**  
Volume

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

**ENGENHARIA 4.0  
A ERA DA PRODUÇÃO INTELIGENTE**

**VOLUME 2**

**EDITORA PASCAL  
2020**

**2020 - Copyright© da Editora Pascal**

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

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

**Edição de Arte:** Marcos Clyver dos Santos Oliveira

**Revisão:** Os autores

**Conselho Editorial**

Dr<sup>a</sup>.

Dr.

Dr.

Dr.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**M961kai**

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

302 p.; il. : 2 v.

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN:

D.O.I.:

1. 2. 3. 4. 5. I., II. Título.

CDD:

CDU:

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

**2020**

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

contato@editorapascal.com.br

# APRESENTAÇÃO

Organizador

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 10**

#### **INTERNET INDUSTRIAL DAS COISAS (IIOT) E A MANUTENÇÃO INTELIGENTE NA INDÚSTRIA 4.0**

Marcio Luis de Paula  
Francisco Ignácio Giocondo Cesar  
Marco Antonio Coghi

### **CAPÍTULO 2..... 25**

#### **ANÁLISE DE COMPETÊNCIAS PARA A FORMAÇÃO DE LÍDERES EM EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO**

Clóvis Delboni  
Reinaldo Gomes da Silva

### **CAPÍTULO 3..... 41**

#### **ESTRATÉGIA DIRECIONADA À LOGÍSTICA DE ARMAZENAGEM E DISTRIBUIÇÃO NO SETOR SUCROALCOOLEIRO SOB OS EFEITOS DA SAZONALIDADE**

Lissandra Andréa Tomaszewski  
Carla Pereira Quintino  
Alcides da Silva Franco  
Sara Pereira Silva  
Artur José Conceição Cabral

### **CAPÍTULO 4..... 58**

#### **PESQUISA EM MARKETING DO SEMEAD**

Leandro Divino Miranda de Oliveira  
Jussara Goulart da Silva  
Sérgio Mendes Dutra  
Bárbara Adria Oliveira Farias Fernandes  
Larissa Costa Amuy

### **CAPÍTULO 5..... 73**

#### **MAPEAMENTO DO FLUXO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE MICROFUSÃO, VISANDO OTIMIZAR O TEMPO DE ENTREGA**

Leticia Silveira de Matos  
Valnei Carlos Denardin  
Ana Regina de Aguiar Dutra  
Paulo Roberto May  
José Roberto de Barros Filho

**CAPÍTULO 6..... 88**

**O CAPITAL HUMANO E AS MUDANÇAS PROVOCADAS PELA INDÚSTRIA 4.0**

José Antonio Espelho

Francisco Ignácio Giocondo Cesar

**CAPÍTULO 7..... 99**

**INTERAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DO BIM E LEAN CONSTRUCTION SOB A PERSPECTIVA DE PROCESSO, POLÍTICA E TECNOLOGIA**

Cristine Ferraz

Drielly Fratta Negreiro

Marina Figueiredo Muller

Eduardo de Freitas Rocha Loures

Fernando Deschamps

**CAPÍTULO 8..... 114**

**UMA FORMULAÇÃO MATEMÁTICA E HEURÍSTICAS DE DECOMPOSIÇÃO PARA UM PROBLEMA EM DOIS ESTÁGIOS E ESTOQUE INTERMEDIÁRIO**

Talita Mariana Pinho Schimidt

Cassius Tadeu Scarpin

Gustavo Valentim Loch

Cleder Marcos Schenekemberg

**CAPÍTULO 9..... 130**

**O DIAGNÓSTICO INICIAL NA IMPLANTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE ELETRÔNICOS**

Nayara Cardoso de Medeiros

Tairo Pinto de Freitas

Renata de Oliveira Mota

Moacir Godinho Filho

Luciano Queiroz de Araújo Júnior

**CAPÍTULO 10..... 142**

**APLICAÇÃO DE VEÍCULO GUIADO AUTOMATICAMENTE NAS DIVERSAS ÁREAS DE PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Elinilcia Ribeiro de Almeida

José Marcos da Mota Brito

Mayko Pinheiro da Silva

Sandro Breval Santiago

Armando Araújo de Souza Júnior

**CAPÍTULO 11..... 157**

**SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA: ESTUDO DE CASO PARA APLICAÇÃO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR**

Anderson Stange  
Angélica Miglioranza  
Kleber Rissardi  
Luani Back Silvina

**CAPÍTULO 12 ..... 169**

**IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA 5S E MANUTENÇÃO AUTÔNOMA NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

Denes Magalhães Soares  
Felipe Manoel Barbosa  
Pedro Henrique Rodrigues da Silva  
Sandro Ricardo Ferrari

**CAPÍTULO 13..... 183**

**APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO PROCESSO PRODUTIVO DO SETOR DE LOGÍSTICA DA EMPRESA ROFE DISTRIBUIDORA**

Gleidson Abreu de Jesus  
Marcos Diego Souza Santos  
Wellington da Silva Santos

**CAPÍTULO 14..... 193**

**MÉTODO DE ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS NO PROCESSO LOGÍSTICO ATRAVÉS SOFT SYSTEMS METHODOLOGY**

Kamila Carvalho Santos  
Juliana de Sousa Barroso  
Luís Augusto Jordão Lopes Filho  
Eduardo Mendonça Pinheiro

**CAPÍTULO 15..... 207**

**SISTEMÁTICA PARA IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO DE ATIVOS FÍSICOS NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO EM UMA PLANTA INDUSTRIAL FARMACÊUTICA**

Fabiano Ferreira Matias Neto  
Gilson Brito Alves Lima

<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>218</b>
<b>UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE OS MÉTODOS E PARÂMETROS USADOS PARA MEDIÇÃO DO VOLUME DE GRÃOS CONTIDOS DENTRO DE UM SILO</b>	
Romero Santos de Brito Fabiana Costa de Araújo Schutz	
<b>CAPÍTULO 17.....</b>	<b>230</b>
<b>PESQUISAS E INOVAÇÕES ENVOLVENDO FARINHA DE TRIGO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA</b>	
Jandrei Sartori Spancerski José Airton Azevedo dos Santos Carla Adriana Pizarro Schmidt Lucas Marujo Marcelo Anderson Carlet	
<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>244</b>
<b>UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR NO PROCESSO LOGÍSTICO DE UMA TRANSPORTADORA</b>	
Helen Bruna dos Santos Corrêa Gleidson Azevedo Vieira Antônia Zivaneide Ribeiro Eduardo Mendonça Pinheiro	
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>259</b>
<b>ANÁLISE DAS DEMONSTRAÇÕES CONTÁBEIS DE UMA EMPRESA FABRICANTE DE CARROCERIAS DE ÔNIBUS</b>	
Marco André Matos Cutrim Antonilton Serra Sousa Junior Diego Ferreira Coelho	
<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>273</b>
<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ALFACES HIDROPÔNICAS COM BASE EM DADOS COLETADOS POR SENSORES</b>	
Marcelo Anderson Carlet Carla Adriana Pizarro Schmidt Pedro Luiz de Paula Filho Lucas Marujo Jandrei Sartori Spancerski	
<b>AUTORES.....</b>	<b>273</b>





# CAPÍTULO 1

## **INTERNET INDUSTRIAL DAS COISAS (IIOT) E A MANUTENÇÃO INTELIGENTE NA INDÚSTRIA 4.0**

INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS (IIOT) AND INTELLIGENT  
MAINTENANCE IN INDUSTRY 4.0

**Marcio Luis de Paula**  
**Francisco Ignácio Giocondo Cesar**  
**Marco Antonio Coghi**

## Resumo

O objetivo deste trabalho é estudar as tendências no uso de conceitos de IIoT e *smart maintenance*, Ou seja, o uso dessa tecnologia em ambiente fabril e no gerenciamento do setor de manutenção especificamente em preditiva e os impactos dessa tecnologia na indústria. Foi feito um estudo bibliográfico exploratório com o objetivo de identificar quais as vantagens de se utilizar IIoT no setor de manutenção das indústrias, e entender como estas novas tecnologias estão auxiliando a gestão da manutenção da empresa. O estudo limitou-se na busca de artigos do período de 2006 a 2019, sendo que a pesquisa se deu por meio de artigos com foco na indústria 4.0. Foi possível identificar que as empresas vem adotando a transformação tecnológica na manutenção como estratégia de vantagem competitiva.

**Palavras-chaves:** CPS-Sistemas Ciberfísicos; Internet; IoT; IIoT; Manutenção, Manutenção Preventiva, Manutenção Preditiva; *Smart Maintenance*.



## 1. INTRODUÇÃO

Com a 4ª Revolução Industrial, máquinas se tornam mais complexas e cada vez mais autônomas. A “Indústria 4.0” visa alcançar alta flexibilidade e prazos de entrega curtos para enfrentar a crescente pressão competitiva entre as empresas, aumentando assim a produção automatizada dos processos e resultando em uma crescente complexidade de máquinas (ABRAMOVICI et al., 2017).

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CPS – Sistemas Cyber Físicos

Muitas definições foram dadas para sistemas cyber- físicos (CPS), muitos conceitos mudam com o passar dos anos e a convivência com novas tecnologias. Atualmente define-se CPS como algo que conecta um sistema real com um virtual, através de sistemas de computação, eletrônica embarcada, comunicação sem fios, *wi-fi* por exemplo, permitindo gerenciar, medir, controlar, assim como, tomada de decisões embasadas em ferramentas de análise. Logo, os sistemas CPS são uma disciplina emergente que envolve computação projetada e sistemas de comunicação que conectam (virtualização) o mundo físico (WAN et al., 2011).

Os sistemas Ciberfísicos (CPS) também podem ser definidos como as tecnologias transformadoras para o gerenciamento de sistemas interconectados entre seus ativos físicos e capacidades computacionais (BAHETI, 2011). Segundo Sánchez et.al (2016), essencialmente, o termo emergente “*Cyber-Physical Systems (CPS)*” é um paradigma arquitetônico que as tecnologias de detecção difusas representam uma parte fundamental originalmente definido no domínio de ciências da computação, o termo *Cyber-Physical Systems* foi adaptado para diferentes domínios como a teoria de controle ou engenharia eletrônica. Contudo o CPS é uma importante expressão da IoT / IIoT, que tem um significado de cada coisa do mundo físico conectado a um espaço cibernético através de uma rede de sensores seja RFID ou outras interfaces, (SASAJIMA, 2015).

### 2.2 Internet

É muito comum ouvir falar em transformação digital, evolução tecnológica, *smart TV*, *smartfone*, *tablets*, *e-mail*, enfim toda diversidade tecnológica de comunicação, o mundo digitalizou-se, pessoas se conectam a longas distâncias, não há fronteiras para a comunicação e o conhecimento humano. Máquinas se conectam,



pessoas se conectam através de máquinas. A essa conexão denomina-se rede mundial de computadores, internet.

Segundo Rajkumar (2010) a *World Wide Web* pode ser considerada um confluência de três principais tecnologias capacitadoras: hipertexto, protocolos de comunicação como TCP / IP e gráficos interfaces. Essa integração permitiu saltos significativos tecnológicos (por exemplo, gráficos, redes, redes semânticas, interfaces multimídia e idiomas), infraestrutura (por exemplo, conectividade global com largura de banda crescente, comutadores para *devices*) e aplicativos (por exemplo, comércio eletrônico, leilões, entretenimento, bibliotecas digitais, redes sociais e comunidades online). Da mesma forma, o CPS pode ser considerado como uma confluência de sistemas, sistemas em tempo real, sistemas de sensores distribuídos e controles.

### 2.3 IoT – internet das coisas

Em 1999 Kelvin Ashton pesquisou sobre o uso de etiquetas de identificação por rádio frequência (RFID) e suas aplicações na cadeia de produção, introduzindo assim o conceito de Internet das coisas (IoT). Posteriormente esses conceitos se estenderam a sensores e atuadores, contudo com restrições de energia memória e processamento.

Os avanços tecnológicos de microeletrônica juntamente com a produção em massa provoca um considerável custo reduzido de interfaces de redes, placas eletrônicas menores e com maior capacidade de memória e processamento, visando assim a introdução desses meios físicos cibernéticos nesses meios e tornando os objetos inteligentes (LEITE et al., 2016).

A Internet das Coisas (IoT) é um tema atraente para pesquisas, uma vez que o mundo real (físico) se torna um mundo cibernético (de realidade virtual), as entidades físicas e digitais são aprimoradas com a detecção, processamento de informações e auto adaptações para a capacidade de interações endereçadas a objetos, Madakan (2015) um dos trunfos na atual era da tecnologia é a IoT.

O futuro é a IoT que tornará o mundo real em objetos virtuais dotados de inteligência, a emergente IoT traz uma visão de tornar as coisas do mundo real em um mundo cibernético comum, isso traz não só informações sobre o estado das coisas, mas também um controle. E segundo Civerchia (2017) as soluções de IoT podem levar para um desenvolvimento de sistemas eficientes e inovadores, esses sistemas visam aumentar a eficiência da nova geração de fábricas, as *smart factories*.



## 2.4 IIoT – internet industrial das coisas

A internet Industrial das coisa (IIoT) é definida tomando como base a sua composição tecnológica, a distinção como recursos que essas tecnologias emergentes são dispostas ao uso, em especial quanto ao uso industrial, um sistema que conecta a uma rede de objetos inteligentes, ativos cibernéticos associados a uma tecnologia de informação generalizada associadas a plataformas em nuvem, esses ativos permitem acessos das informações em tempo real, cooperando entre si, inteligente e autônomo, de coleta e analíticos, conectáveis e intercambiáveis em um processo industrial, tal qual gera valor agregado geral na cadeia produtiva, aumentando a produtividade, melhora nos prazos de entrega, melhora a eficiência energética, reduz custos laborais, custos adicionais, redução de tempo de paradas, (BOYES et al., 2018).

A internet Industrial das coisas (IIoT) impacta diretamente na forma como o mundo conecta e otimiza as máquinas, isso se dá por meio de sensores, análise avançada e tomadas de decisões inteligentes, essas soluções inovadoras transformará totalmente o modo de como os ativos de campo, máquinas ou robôs, comunicam conectados com a empresa ciberfísica (WANG et al., 2016). A internet industrial das coisas (IIoT) refere-se a objetos unicamente identificáveis e suas representações virtuais em uma estrutura semelhante à internet como “pequeno” pacote de dados para um grande conjunto de nós, de modo a integrar e automatizar tudo em “Fábricas” inteiras no domínio da indústria manufatureira, (SASAJIMA, 201).

## 2.5 Manutenção

A manutenção é um processo crucial nas operações industriais, as ações de manutenção não se limitam apenas a ajustes, inspeções, reparo, revisões gerais, mais que isso, são ações conduzidas por estratégias combinadas ou não, sejam elas manutenção corretiva, manutenção preventiva e preditiva, todas essas ações objetivam a disponibilidade de máquina, menor tempo de paradas, confiabilidade, eficiência e economia (WANG et al., 2018).

Existem muitas definições de manutenção nas literaturas, com base referencial na NBR 5462 (NBR 5462, Confiabilidade e manutenibilidade, ABNT, Rio de Janeiro, 1994), manutenção é por definição o conjunto de ações técnicas e administrativas que engloba todo o ramo e área industrial como um sistema único que destina manter ou recolocar um equipamento, instalação ou maquinário de um determinado setor. Tomando como referencial uma norma Sueca SS-EN 13306 manutenção é uma combinação de todas as ações técnicas, administrativas e gerenciais durante o ciclo de vida de um item destinado a reter ou restaurar a um estado no qual ele possa executar a função necessária.



Estudos mostram que somente na Alemanha a manutenção ajuda a garantir que maquinários e sistemas (avaliados em mais de 2,2 trilhões de euros) sejam mantidos em funcionamento. Os benefícios da manutenção em aspectos econômicos, segundo os estudos, ajuda a manter e até valoriza os equipamentos, contudo o custo gerado por avarias em maquinários pode elevar os custos com reparos em até cinco vezes maiores que o custo da manutenção, a disponibilidade de máquinas e os ganhos de produtividade proporcionados pelo trabalho da manutenção se resumem em uma economia de 1 trilhão de euros por ano somente na Alemanha (Acatech, 2015).

A indústria 4.0 já é realidade em diversos países, contudo as indústrias vem enfrentando uma grande concorrência no mercado atual, e para sobreviver no atual mercado de concorrência acirrada, tem como trunfo a redução de custos dos produtos que tem como aliada a manutenção, que corrobora com a disponibilidade de máquinas, redução de paradas, qualidade do produto e eficiência no processo, no que tange qualidade de processo ligado à maquinários de produção, todos esses fatores contribuem significativamente com a competitividade de mercado, satisfazendo e fidelizando os clientes (SEZER et al., 2018), logo é notável tal importância da manutenção.

## 2.6 Manutenção preventiva

Tomando como base a NBR 5462, a definição de manutenção preventiva é a manutenção efetuada em intervalo pré determinado, e ou prescritivos objetivando uma provável parada indesejável do equipamento durante o processo de produção, ou mesmo a degradação do funcionamento de um item.

Segundo Moghaddam & Usher (2010) manutenção preventiva consiste em inspeção, limpeza, lubrificação, ajuste, alinhamento, e ou substituição de sistemas avariados e desgastados. Os autores ainda ressaltam que as estratégias de manutenção preventiva envolvem um *Trade-off* entre os desejos conflitantes para minimizar os custos totais de manutenção e atividades de substituição e maximização da confiabilidade do sistema, a maximização ainda pode estar limitada a algum parâmetro orçamentário onde o equilíbrio seria o ideal.

Para Dhillon (2002) acompanhando a evolução das indústrias as máquinas também evoluíram e se tornaram mais complexas, isso elevou os custos de manutenção fazendo com que fossem desenvolvidas estratégias de inspeções regulares e revisões, seja por anomalias, indisponibilidade de máquinas e ou prescritas pelos manuais de manutenção dos equipamentos.



## 2.7 Manutenção preditiva

A Manutenção preditiva não é um conceito novo de manutenção, (NBR 5462) essa sistemática de manutenção permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva. Para Selcuk 2016, manutenção preditiva é a mais recente gestão de manutenção e foi adotada por diversas empresas, onde se requer confiabilidade e disponibilidade, muito empregada como exemplo usinas hidrelétricas, serviços públicos e transportes, sistemas de informações e comunicações e serviços de emergências.

O papel primordial da manutenção preditiva é prever falhas, otimização da manutenção, avaliação dos sistemas através de dados coletados (medições, grandezas), sendo esses dados armazenados em banco de dados feito a análise dos mesmos para que seja possível detectar falhas e agir antecipadamente ao defeito que possa provocar indisponibilidade de máquina. De posse dessas informações de manutenção preditiva o setor da manutenção se torna mais proativo eficiente e eficaz, fornecendo inclusive informações de prognóstico.

A indústria 4.0 em seu modelo de produção inteligente traz uma versão de indústria conectada, sensores conectados, dados e informações em nuvem, sistemas ciberfísicos, o que gera um gigantesco potencial para manutenção preditiva e prognósticos (LI; WANG, 2016).

## 2.8 Manutenção inteligente (*smart maintenance*)

O termo *e-maintenance* surgiu no início de 2000 e agora é comumente usado pela literatura na área de manutenção. Tsang (2002) foi um dos primeiros autores a sugerir o papel de e-manutenção no suporte de ICT (tecnologia de informação e comunicação) de gerenciamento de manutenção e processos, devido à sua “conveniência e conveniência sem precedentes para aumentar a eficiência de atividades de manutenção”. A manutenção eletrônica também foi definida como uma manutenção com conceitos de gestão pelo qual os ativos são controlados e gerenciados via Internet (MACCHI, 2013).

Mattsson et.al (2010) define *smart maintenance* sob 2 níveis de abstração, nível 1 é o gerenciamento da manutenção realizado via recursos de computação, o nível 2 é um domínio multidisciplinar baseado na manutenção e tecnologias de informação e tecnologias de comunicação de forma a garantir que os serviços de *smart maintenance* estejam alinhados com os objetivos de negócios tanto com clientes e fornecedores durante todo o ciclo de vida do produto. *Smart maintenance* está diretamente alinhada com a Indústria 4.0, *smart maintenance* traz em sua esfera 10 componentes essenciais a sua concepção, são elas, definição, negócios,



organização, produtos, serviços, metodologia, tecnologia, informação, clientes e educação e treinamento.

Máquinas inteligentes são conectadas (recursos de IIoT) em rede de dados e remotamente monitoradas, os dados são modelados e tratados continuamente, com esses recursos há a possibilidade de ultrapassar a barreira de manutenção preventiva e ir muito além, a esse patamar de manutenção inteligente, passamos a prognóstico. O prognóstico com inteligência é capaz de extrapolar o comportamento do equipamento no espaço temporal de eventos monitorando e prevendo quando o equipamento pode falhar, dessa maneira o gerenciamento da manutenção pode agir antes que ocorra a falha, como ganho a máquina não sofre paradas indesejadas, a esse contexto de percepção contínua sobre o status degradativo da máquina a manutenção passa a ter uma concepção *smart maintenance* com base em prognóstico inteligente, nesse contexto as ações de manutenção são sincronizadas com os recursos de manutenção e cadeia de fornecimento de peças para reposição (LEE et al., 2006).

### 3. METODOLOGIA

Foi feito uma pesquisa bibliográfica exploratória mais especificamente focada em artigos correlatos com I 4.0 direcionados ao estudo de IIoT e a manutenção inteligente e os impactos dessa emergente tecnologia na I4.0, a base de dados explorados não se limitou somente a artigos, também foi explorado dados de conceituados centros de pesquisas, como Gartner, *National Academy of Science and Engineering* (Acatech) e Agência Brasileira do Desenvolvimento Industrial (ABDI).

### 4. RESULTADOS DA PESQUISA

Como resultado foi feito uma pesquisa bibliográfica exploratória mais especificamente focada em artigos correlatos com I 4.0 direcionados ao estudo de IIoT e a manutenção inteligente, assim como os impactos dessa emergente tecnologia na I4.0 nas esferas, econômicas, tecnológica e competitiva. Nas revisões bibliográficas exploratórias foi encontrado diferentes setores de manufatura e /ou áreas industriais que estão mostrando um crescente interesse na implementação de tecnologias da indústria 4.0 para desenvolver estratégias de vantagem competitiva, como estratégias de manutenção preditiva na indústria 4.0 que provou ser uma "visão" benéfica para as indústrias e fábricas inteligentes devido à sua alta eficiência, redução de custos, digitalização, conectividade e natureza dinâmica dos processos de tomada de decisão. Como consequência, indústrias inteligentes, *smart factories*, desejam melhorar a disponibilidade de seus equipamentos, uma vez que ao passo que se diminui o tempo de inatividade dos equipamentos, aumenta a produtividade, logo, estratégias de manutenção inteligentes (*smart maintenances*)



são altamente desenvolvidas com a nova era da indústria 4.0 (SEZER et al., 2018). *Smart factories* é onde há a convergência entre o mundo real e virtual, integrando inteligência artificial, *machine learning*, e comunicação *machine-to-machine* (M2M) com o processo de manufatura.

O conceito de *Smart Factories* modifica a forma de desenvolver, produzir e entregar produtos ao mesmo tempo em que gera mais segurança aos trabalhadores, menores emissões de poluentes e maiores aproveitamentos de recursos (BACCARIN, 2018). Para que se tenha inteligência na manutenção (*smart maintenances*) é necessário conectividade. A necessidade de conectar coisas no setor industrial denomina-se internet industrial das coisas (IIoT), conectar sensores para que sejam enviados sinais (informações do processo), de posse dessas informações, fazer o processamento, análise e tomadas de decisões, que traduz-se em ações preventivas, corretivas, preditivas e prognósticos. Esses sinais gerados pelos sensores (sensores IIoT) geram um gigantesco volume de dados, a esse grande volume de dados conceituou-se como *Big Data*, havendo a necessidade de armazenar os dados (*Big Data*) em um servidor podendo o mesmo ser em nuvem (*Cloud-computing*).

Com a ajuda dos *Big Data* e *Cloud-computing* é possível realizar a coleta, armazenagem e avaliação abrangente dos dados de diversas fontes e clientes para apoiar a tomada de decisões, otimizar operações, economizar energia e melhorar o desempenho do sistema, além de permitir que colaboradores possam acessá-las de qualquer lugar, através de um *tablet* ou *smartphone* (BAHRIN et al., 2016).

Segundo Civerchia et al. (2017) essas soluções podem levar para o desenvolvimento de sistemas inovadores e eficientes que visem aumentar a eficiência em uma nova geração de fábricas inteligentes (*smart factories*). Nas fábricas inteligentes uma rede de máquinas conectam-se (IIoT) formando uma sociedade de máquinas colaborativas entre si, baseadas em sistemas CPS, computação em nuvem e sistema ERP. Os dados coletados dos sistemas de IIoT fornece informações de condições de máquinas e também condições de qualidade do processo, assim como informações de manutenção preditiva e prognóstico o que fomenta a gerência da manutenção. A estrutura de uma rede máquina-a-máquina é dinamicamente variável porque os perfis das máquinas estão mudando com o tempo. Essa rede dinâmica pode ajudar, ainda mais, a otimizar a decisão de manutenção, o planejamento de produção e o agendamento (KAN et al., 2017).

Com o objeto de corroborar o valor de IIoT nas empresas observa-se a pesquisa IoT (IIoT) de 2017 da Gartner, na qual os entrevistados indicam os benefícios mais significativos gerados a partir de atividades internas de IoT são ou seriam aprimoramentos de produtividade da força de trabalho (Figura 1), bem como monitoramento e controle remoto das operações, destacando que o uso de IoT na manutenção representa 28% de importância benéfica ao processo.



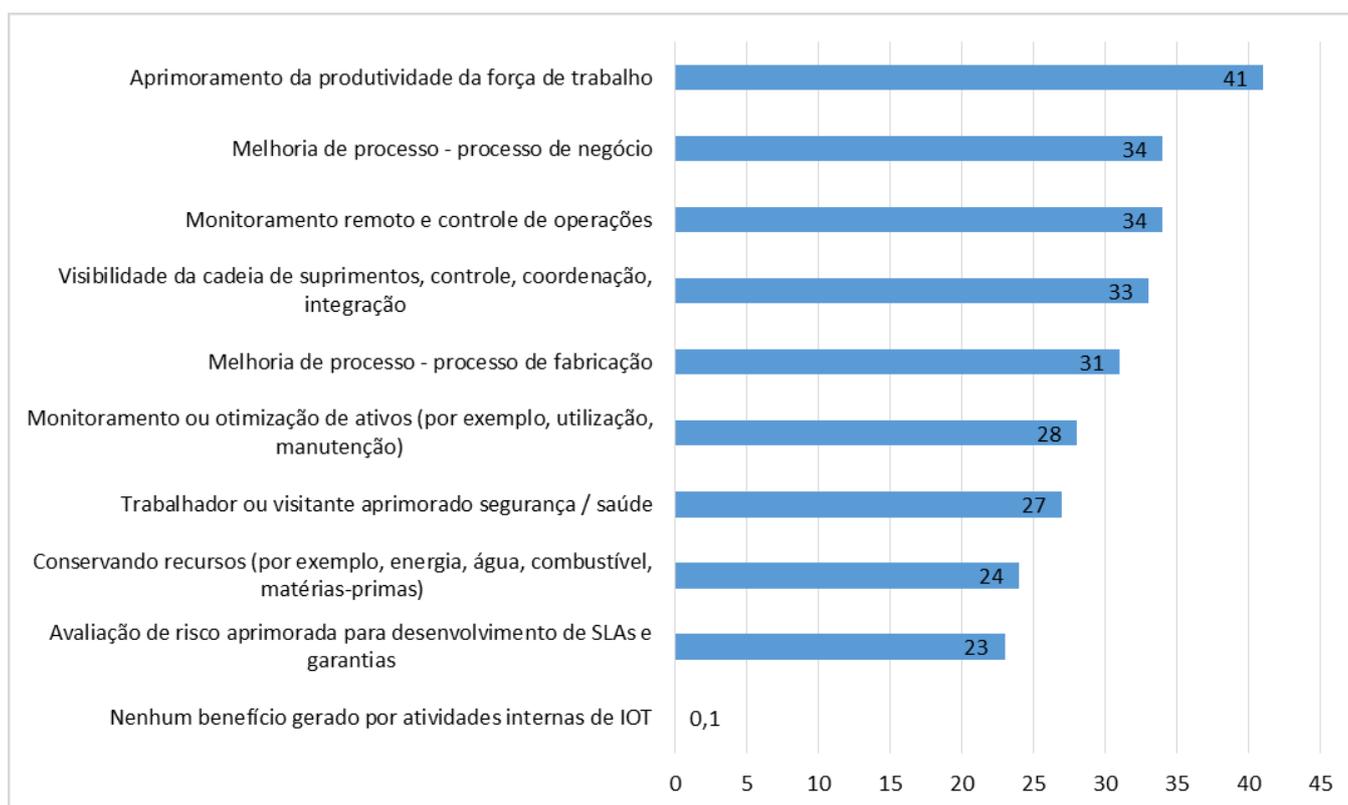


Figura 1. Benefícios Mais Significativos Gerados por Iniciativas Internas de IoT  
 Fonte: Adaptado de Gartiner (2019)

A base de dados do gráfico fig.1 foi obtido de empresas que atualmente vem usando e ou planeja implantar o IoT interno até o final do ano 2017/2018. As empresas que participaram do processo de questionamento responderam as seguintes questões:

Quais são ou você acha que seriam os benefícios mais significativos gerados pelas atividades internas de IoT de suas organizações (por exemplo, IoT usado em operações internas para o benefício de suas organizações)?

O Resultado gerou os dados do gráfico Figura 1, foram aceitas múltiplas respostas (até três) permitidas. No contexto da manutenção inteligente e IIoT, conforme dados do gráfico da Gartiner, dos entrevistados, 28% são os números quantitativos para o setor de manutenção, monitoramento, otimização de ativos. Essas emergentes tecnologias corroborativas da I4.0 tem um importante impacto econômico na manutenção, conforme estudos realizados pela Agência Brasileira do Desenvolvimento Industrial (ABDI) apontam que a estimativa de economia a partir da migração da indústria para a I4.0 será de no mínimo 73 bilhões no ano, o que envolve ganhos de eficiência, redução de custos de manutenção de máquinas e consumo de energia. A indústria 4.0 impacta diretamente sobre a produtividade, redução de custos, controle sobre o processo produtivo, produção customizada, dentre outros. Conforme figura 2 verifica se que no setor de manutenção o ganho com a eficiência gera economia de 31 bilhões de reais.

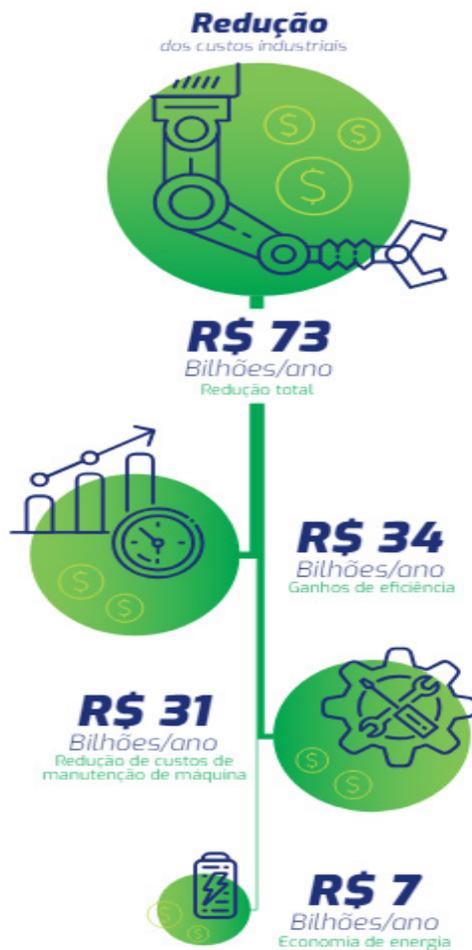


Figura 2 – Redução dos custos industriais  
Fonte: ABDI (2017)

Com base nos dados da ABDI (2017) (Figura 2) a manutenção inteligente baseada em IIoT representa um impacto econômico significativo a partir da migração para a I4.0.

Segundo relatórios do *Mckinsey Global Institute* há uma estimativa que a IoT pode ter um impacto econômico de U\$ 3.9 trilhões para U\$ 11,1 trilhões anualmente até 2025 e em muitas configurações diferenciadas incluindo fábricas, varejo e cuidados da saúde e no mundo emergente de tecnologias. Essas configurações e áreas específicas onde a IoT criará o valor, destacamos os *worksites*, no quesito gerenciamento de operações e manutenção de equipamentos, saúde e segurança. A cada minuto conecta-se 127 novos *devices* IoT, o que fica evidenciado que é uma emergente e atrativa solução tecnológica a ser explorada e estudada. Em breve, a IoT será considerada holística e onipresente. São com esses recursos tecnológicos que máquinas inteligentes são conectadas (recursos de IIoT) em rede de dados e remotamente monitoradas, os dados são modelados e tratados continuamente, com esses recursos há a possibilidade de ultrapassar a barreira de manutenção preventiva e ir muito além, a esse patamar de manutenção inteligente, passamos a prognóstico. O prognóstico com inteligência é capaz de extrapolar o comportamento do equipamento no espaço temporal de eventos monitorando e prevendo quando o equipamento pode falhar, dessa maneira o gerenciamento da manutenção pode agir antes que ocorra a falha, como ganho a máquina não sofre paradas

indesejadas, a esse contexto de percepção contínua sobre o status degradativo da máquina a manutenção passa a ter uma concepção *smart maintenance* com base em prognóstico inteligente, nesse contexto as ações de manutenção são sincronizadas com os recursos de manutenção e cadeia de fornecimento de peças para reposição (LEE et al., 2006).

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise de resultados deste trabalho resultou em grandes e importantes impactos nas indústrias, ao qual identificou se 6 grandes impactos conforme aponta este estudo, são eles os Impactos transformadores, Impactos de competitividade, de segurança ao trabalhador, econômicos, na evolução da manutenção, de gerenciamento da manutenção.

Impactos transformadores – A internet possibilitou através de sistemas ciberfísicos uma conexão entre o mundo real e o mundo virtual da máquinas, trazendo as informações de máquinas e processos em tempo real, poder de tomada de decisão em tempo real, otimização de processo, conectividade entre máquinas e colaboradores e até mesmo com a cadeia de suprimentos, peças, clientes, pedidos, nasce as fábricas inteligentes as *Smart Factories*. A indústria 4.0 em seu modelo de produção inteligente traz uma versão de indústria conectada, sensores conectados, dados e informações em nuvem, sistemas ciberfísicos, o que gera um gigantesco potencial para manutenção preditiva e prognósticos (LI; WANG, 2016).

Impactos de competitividade – A indústria 4.0 já é realidade em diversos países, contudo as indústrias vem enfrentando uma grande concorrência no mercado atual, e para sobreviver no atual mercado de concorrência acirrada, tem como trunfo a redução de custos dos produtos que tem como aliada a manutenção, que corrobora com a disponibilidade de máquinas, redução de paradas, qualidade do produto e eficiência no processo, no que tange qualidade de processo ligado à maquinários de produção, todos esses fatores contribuem significativamente com a competitividade de mercado, satisfazendo e fidelizando os clientes (SEZER et al., 2018),

Impactos de segurança ao trabalhador – Com a indústria 4.0 nasce o conceito de *Smart Factories* modifica a forma de desenvolver, produzir e entregar produtos ao mesmo tempo em que gera mais segurança aos trabalhadores, menores emissões de poluentes e maiores aproveitamentos de recursos (BACCARIN, 2018).

Impactos econômicos- Agência Brasileira do Desenvolvimento Industrial (ABDI) apontam que a estimativa de economia a partir da migração da indústria para a I4.0 será de no mínimo 73 bilhões no ano, o que envolve ganhos de eficiência, redução de custos de manutenção de máquinas e consumo de energia. A indústria 4.0 impacta diretamente sobre a produtividade, redução de custos, controle sobre

o processo produtivo, produção customizada, dentre outros (ABDI, 2017)

Impactos na manutenção – A indústria 4.0 em seu modelo de produção inteligente traz uma versão de indústria conectada, sensores conectados, dados e informações em nuvem, sistemas ciberfísicos, o que gera um gigantesco potencial para manutenção preditiva e prognósticos (LI; WANG, 2016).

Impactos de gerenciamento da manutenção – Com a I4.0 a estrutura de uma rede máquina-a-máquina é dinamicamente variável porque os perfis das máquinas estão mudando com o tempo. Essa rede dinâmica pode ajudar, ainda mais, a otimizar a decisão de manutenção, o planejamento de produção e o agendamento (KAN et al., 2017). A *e-maintenance* tem um papel de gerenciamento da manutenção e processos, devido à sua “conveniência e conveniência sem precedentes para aumentar a eficiência de atividades de manutenção”. A manutenção eletrônica também foi definida como uma manutenção com conceitos de gestão pelo qual os ativos são controlados e gerenciados via Internet (MACCHI, 2013).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

IoT quando aplicado no setor industrial aliados a CPS fica caracterizado como internet industrial das coisas IIoT demonstrou ser uma tecnologia emergente no contexto da I4.0 e 28% das empresas entrevistadas aplicaria e ou aplica IoT como sendo mais benéfico no setor de manutenção. No Brasil a tecnologia emergente IoT causará uma redução de custos industriais de 73 bilhões de reais por ano, ao qual a fatia da manutenção se resume em uma economia de 31 bilhões de reais por ano nos custos de manutenção de máquinas, a emergente busca por aplicar e produzir sistemas de IIoT tem se mostrado uma corrida a favor da competitividade das empresas de manufatura no contexto mundial, somente na Alemanha os maquinários e sistemas na esfera industrial somam patrimônios avaliados em mais de 2,2 trilhões de euros e que o custo de manutenção com avarias chega a custar até 5 vezes mais que a manutenção preditiva, a importância da manutenção, nesse patrimônio, conserva e ou agrega valor ao patrimônio.

IIoT pode agregar valor à *smart maintenance* na I4.0 conservando o patrimônio industrial, agregando valor ao patrimônio, reduzindo paradas de máquinas, manutenção preditiva inteligente, dados monitorados on line, aumentando a produtividade e competitividade das smart factories, e por fim gerando novas indústrias *smart* para atender essa emergente demanda de tecnologia.

Há uma crescente busca por estudos nesse setor industrial, a manutenção é um setor muito complexo, o que há muito a ser explorado ainda, no estudo realizado nesse artigo fica evidente que há uma boa oportunidade para explorar mais e aprofundar neste emergente mundo da manutenção inteligente.



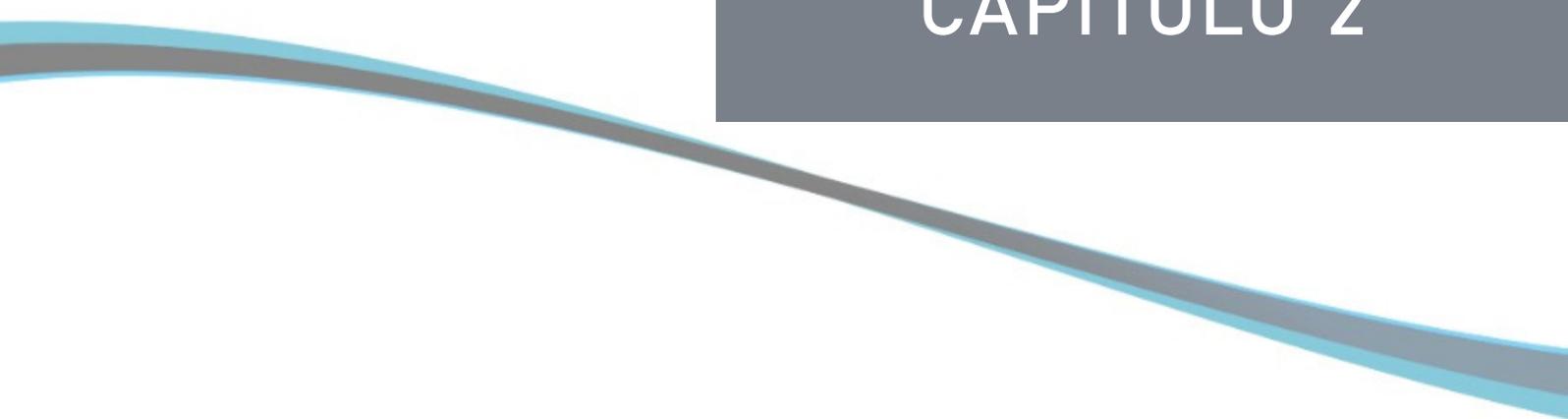
## REFERÊNCIAS

- ABDI, Indústria 4.0 pode economizar R\$ 73 bilhões ao ano para o Brasil.dez.2017, Disponível em: < <https://www.abdi.com.br/postagem/industria-4-0-pode-economizar-r-73-bilhoes-ao-ano-para-o-brasil>>. Acesso em: 11 jun. 2019.
- ABRAMOVICI, Michael et al. Context-aware maintenance support for augmented reality assistance and synchronous multi-user collaboration. *Procedia CIRP*, v. 59, p. 18-22, 2017.
- ACATECH, Smart Maintenance for Smart Factories, October, 2015, Disponível em: < <https://www.acatech.de/publikation/smart-maintenance-for-smart-factories/>>. Acesso em: 4 jun. 2019.
- ASSOCIAÇÃO DAS NORMAS TÉCNICAS, NBR 5462, Confiabilidade e manutenibilidade, ABNT, Rio de Janeiro, 1994.
- BACCARIN, Artur Benzi. Indústria 4.0: IoT, big data e produtos digitais. Design de Produto na Era Digital- Unisul Virtual, 2018.
- BAHETI, Radhakisan; GILL, Helen. Cyber-physical systems. The impact of control technology, v. 12, n. 1, p. 161-166, 2011.
- BAHRIN, Mohd Aiman Kamarul et al. Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. *Jurnal Teknologi*, v. 78, n. 6-13, p. 137-143, 2016.
- BOYES, Hugh et al. The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework. *Computers in Industry*, v. 101, p. 1-12, 2018.
- CIVERCHIA, Federico et al. Industrial Internet of Things monitoring solution for advanced predictive maintenance applications. *Journal of Industrial Information Integration*, v. 7, p. 4-12, 2017.
- CONWAY, John. The Industrial Internet of Things: An Evolution to a Smart Manufacturing Enterprise. 2016. Disponível em: <[http://zift-automation.s3.amazonaws.com/APC/Showcase/The\\_Industrial\\_Internet\\_of\\_Things\\_An\\_Evolution\\_to\\_a\\_Smart%20Manufacturing\\_Enterprise.pdf](http://zift-automation.s3.amazonaws.com/APC/Showcase/The_Industrial_Internet_of_Things_An_Evolution_to_a_Smart%20Manufacturing_Enterprise.pdf)> . Acesso em: maio 2019.
- DHILLON, Balbir S. Engineering maintenance: a modern approach. 2002.
- KAN, Chen; YANG, Hui; KUMARA, Soundar. Parallel computing and network analytics for fast Industrial Internet-of-Things (IIoT) machine information processing and condition monitoring. *Journal of manufacturing systems*, v. 46, p. 282-293, 2018.
- LEE, Jay et al. Intelligent prognostics tools and e-maintenance. *Computers in industry*, v. 57, n. 6, p. 476-489, 2006.
- LEITE, José Roberto Emiliano; URSINI, Edson Luiz; MARTINS, Paulo S. Integração da Internet das Coisas (IoT) com a RFID e Rede de Sensores: Revisão de Literatura.2016
- LI, Zhe; WANG, Kesheng; HE, Yafei. Industry 4.0-potentials for predictive maintenance. In: 6th International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation. Atlantis Press, 2016.
- MACCHI, Marco et al. Value-driven engineering of E-maintenance platforms. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 25, n. 4, p. 568-598, 2014.
- MADAKAM, Somayya; RAMASWAMY, R .; TRIPATHI, Siddharth. Internet das coisas (IoT): uma revisão de literatura. *Jornal de Computação e Comunicações* , v. 3, n. 05, p. 164 de 2015.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. Unlocking the potential of the internet of things. jun. 2015. Disponível em: < <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20How%20to%20capture%20the%20value%20of%20IoT/How-to-capture-the-value-of-IoT.ashx> >. Acesso em: 11 jun. 2019.
- MOGHADDAM, Kamran S.; USHER, John S. Optimal preventive maintenance and replacement schedules with variable improvement factor. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 16, n. 3, p. 271-287,



- 2010.
- MORGAN, Jacob. A simple explanation of 'the internet of things'. Forbes/Leadership, 2014.
- RAJKUMAR, Ragunathan et al. Cyber-physical systems: the next computing revolution. In: Design Automation Conference. IEEE, 2010. p. 731-736.
- S. WANG; J. WAN, D. LI; C. ZHANG, "Implementing smart factory of Industries 4.0: An outlook," Int. J. Distrib. Sensor Networks, Apr. 2015.
- SÁNCHEZ, Borja Bordel et al. Enhancing Process Control in Industry 4.0 Scenarios using Cyber-Physical Systems. JoWUA, v. 7, n. 4, p. 41-64, 2016.
- SASAJIMA, Hisashi; ISHIKUMA, Toru; HAYASHI, Hisanori. Future IIOT in process automation—Latest trends of standardization in industrial automation, IEC/TC65. In: 2015 54th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE). IEEE, 2015. p. 963-967.
- SEZER, Erim et al. An industry 4.0-enabled low cost predictive maintenance approach for smes. In: 2018 IEEE International Conference on, Technology and Innovation (ICE/ITMC). IEEE, 2018. p. 1-8.
- SEZER, Erim et al. An industry 4.0-enabled low cost predictive maintenance approach for smes. In: 2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC). IEEE, 2018. p. 1-8.
- Terminologia de Manutenção, 2001. Norma Sueca SS-EN 13306. Norma Europeia EN editor
- WAN, Jiafu et al. Advances in Cyber-Physical Systems Research. KSII Transactions on Internet & Information Systems, v. 5, n. 11, 2011.
- WAN, Jiafu et al. Advances in Cyber-Physical Systems Research. KSII Transactions on Internet & Information Systems, v. 5, n. 11, 2011.
- WANG, Qiyao et al. What Maintenance is Worth the Money? A Data-Driven Answer. In: 2018 IEEE 16th International Conference on Industrial Informatics (INDIN). IEEE, 2018. p. 284-291.
- WANG, Shiyong et al. Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. International Journal of Distributed Sensor Networks, v. 12, n. 1, p. 3159805, 2016.
- WANG, Shiyong et al. Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. International Journal of Distributed Sensor Networks, v. 12, n. 1, p. 3159805, 2016..





## CAPÍTULO 2

# **ANÁLISE DE COMPETÊNCIAS PARA A FORMAÇÃO DE LÍDERES EM EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO**

ANALYSIS OF LEADERSHIP TRAINING IN DISTRIBUTION COMPANY

**Manoel Gonçales Filho**

**Clóvis Delboni**

**Reinaldo Gomes da Silva**

## Resumo

Este artigo discorre sobre o desenvolvimento de competências para a formação de líderes e está organizado em duas etapas: a revisão da literatura e a pesquisa de campo. A primeira reúne trabalhos referentes as competências organizacionais e do capital humano, em seguida aborda o desenvolvimento de competências com o propósito de identificar o perfil para a gestão de talentos. A segunda verifica a aderência da teoria em uma organização de grande porte com unidades operativas no município de Piracicaba, Campinas, Cosmópolis e Jundiaí, Estado de São Paulo. O método de pesquisa utilizado partiu de uma revisão bibliográfica exploratória para o levantamento dos principais conceitos sobre as competências para a formação de líderes. Para a aplicabilidade foi realizado um estudo de caso em uma empresa multinacional de grande porte do ramo alimentício (bebidas). A contribuição do trabalho está em identificar o perfil e as competências atuais e analisar como desenvolvê-las, aproximando à necessidade organizacional.

**Palavras-chave:** competência, perfil de liderança.

## Abstract

This article discusses the development of competences for the formation of leaders and is organized in two stages: literature review and field research. The first one brings together work related to organizational and human capital competences, and then discusses competency development with the purpose of identifying the profile for talent management. The second verifies the adherence of the theory in a large organization with operating units in the municipality of Piracicaba, Campinas, Cosmópolis and Jundiaí, State of São Paulo. The research method used was based on an exploratory bibliographical review to survey the main concepts about competencies for the formation of leaders. For applicability, a case study was conducted in a large multinational company in the food industry (beverages). The contribution of the work is to identify the current profile and competences and analyze how to develop them, approaching the organizational need.

**Key-words:** competence, leadership.



## 1. INTRODUÇÃO

As organizações se deparam cada vez mais com a escassez de líderes bem preparados para o nível gerencial, nesse sentido existe a necessidade de as empresas capacitar as pessoas para os cargos que estarão disponíveis no futuro (ALMEIDA, 2012). Recrutar gestores externamente pode não ser a melhor solução, uma vez que os índices de falhas de novos executivos chegam a 40 por cento (MCCOOL, 2008).

Uma das soluções está no desenvolvimento do capital humano da própria organização, de modo que os atuais colaboradores se tornem futuros gerentes e executivos. Percebido essa necessidade, este artigo tem por objetivo identificar quais competências são necessárias para os cargos de liderança e analisar como desenvolvê-las.

Para a pesquisa bibliográfica reuniram-se trabalhos referentes à liderança e ao desenvolvimento de competências organizacionais e do capital humano, na busca de tornar perceptível que as empresas possam mobilizar seus ativos físicos, capital humano e capital organizacional de forma a alcançar vantagem competitiva, permitindo o desenvolvimento de competências chaves para o sucesso empresarial.

Na segunda etapa coletaram-se dados em campo, *in loco* com supervisores de uma empresa multinacional de grande porte do segmento alimentício, com unidades operativas em quatro municípios, sendo Piracicaba, Campinas, Cosmópolis e Jundiaí, Estado de São Paulo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo são abordados os temas referentes a gestão das competências organizacionais e sua relação com o crescimento da organização, em seguida as competências do capital humano estão analisadas como um dos ativos substanciais para gerar vantagem competitiva, envolvendo o desenvolvimento de competências, e por fim se discorre sobre o processo de construção um perfil de competências.

### 2.1 Competências organizacionais

O conceito de competência organizacional ganha destaque a partir da publicação "The Core Competence of the Corporation" por Prahalad e Hamel em 1990, em que os autores defendem a concepção de uma estratégia baseada em com-



petências chaves, de modo que as empresas que se destacam em determinadas áreas, possuam em comum uma base de recursos denominada core competences (RUAS, ANTONELLO, BOFF, 2005 e BINDER, MACCARI e NASSER-CARVALHO, 2010).

No ambiente corporativo as competências essenciais estão associadas aos elementos da estratégia competitiva da empresa, partindo da missão, visão e dos valores difundidos em conjunto com as habilidades e tecnologias que são determinantes para alcançar um diferencial na organização, para que possa ser percebido pelos clientes (JOHNSON, SCHOLLES e WHITTINGTON, 2007). Nesse sentido, o desenvolvimento da organização ocorre a medida que a estratégia adotada aloca de algum modo os recursos produtivos disponíveis, sendo mais eficiente que os concorrentes.

Define-se como recursos da organização tudo que agrega força ou fraqueza, ou ainda algo que em dado momento são ativos tanto tangíveis como intangíveis ligados a empresa (WERNERFELT, 1984 *apud* FERNANDES, 2013). Para Barney (1992 e CRUBELLATE, PASCUCCHI e GRAVE, 2008) os recursos podem ser classificados em: (i) físicos de capital, como os prédios e equipamentos; (ii) de capital humano, exemplificado pelos funcionários ou treinamentos realizados e; (iii) de capital organizacional, sendo elementos o capital financeiro, a cultura da empresa e seu planejamento.

Os departamentos da organização se apropriam de competências organizacionais de modo relativo, pois dependem da missão e especificidade do serviço desenvolvido (RUAS, ANTONELLO e BOFF, 2005). Contudo, há um aspecto convergente em todas as áreas que é a existência do capital humano.

## 2.2 Competências do capital humano

O capital humano é considerado um dos principais ativos intangíveis de valor na empresa, pois cada indivíduo tem valor no ambiente corporativo que é mensurado por meio do trabalho desenvolvido. Portanto, pode ter seu valor aumentado ou depreciado a depender do modelo de gestão de pessoas que a organização adota. Quando os colaboradores aprendem e desenvolvem novas habilidades e competências, aumentam sua capacidade de contribuir para os negócios desenvolvidos e tem seu valor aumentado, ao contrário, o capital é depreciado em um ambiente em que as pessoas colocam o mínimo de esforço necessário para a realização de uma atividade, ou quando estão desmotivadas (RUZZARIN, AMARAL e SIMIONOVSKI, 2006).

O perfil de competências envolve o portfólio de conhecimentos e habilidades que os indivíduos podem desenvolver, e aliado aos objetivos organizacionais alcançam a categoria de diferencial competitivo, sendo este um dos atributos mais



difíceis de serem copiados pelos concorrentes (MARTINS, 2009). O desenvolvimento de competências dos indivíduos contém particularidades a serem observadas, nesse sentido, o profissional pode ter um conhecimento e não o ter colocado em prática e, portanto, não desenvolver sua habilidade.

Brandão e Borges-Andrade (2007) relatam que competência é um conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e comportamentos que permitem ao indivíduo desempenhar com eficácia determinadas tarefas, em determinado contexto, e que esse conjunto deve produzir resultados esperados. Portanto, há diferenças entre “ser competente” e “ter competências” e, segundo Rocha e Nascimento (2014), é necessário à capacidade de mobilizar os conhecimentos, habilidades, atitudes e comportamentos em situações reais, além de alcançar o desempenho esperado de uma série de fatores para ser competente, ou para que o indivíduo tenha êxito na operação ou função realizada.

## 2.3 Desenvolvimento de competências

O desenvolvimento de competência envolve uma construção permanente, articulada entre fenômenos que se renovam a cada dia (ROCHA e NASCIMENTO, 2014). Enquanto o profissional necessita se adaptar a mudança de processos, tecnologias, demandas de ciclos de tempo cada vez menores, a situação da portabilidade do conhecimento e competência específica da empresa também é determinante para um colaborador obter êxito (ABREU *et al.*, 2014).

Nesse sentido, as competências representam valor para diversos colaboradores. Conforme Groysberg (2011), as habilidades como leitura e matemática são aliadas no desenvolvimento de atividades comuns. Ainda segundo o mesmo autor, competências específicas da empresa são úteis tão somente para aquela organização na qual é necessário, desse modo o domínio de um *software* representa uma habilidade única para a organização não sendo transferível para outra.

A competência é relacional enquanto incorpora características pessoais compostas por três componentes: (a) conhecimento; (b) habilidade e (c) atitude ou CHA, que articulados corroboram para o desenvolvimento de atividades com êxito (NISEMBAUM, 2000).

O conhecimento representa o portfólio de saberes que o indivíduo consegue acumular e estruturar, e que fortalece sua competência quando permite que o profissional enfrente com flexibilidade e sabedoria os diversos desafios cotidianos (CHAMON, 2008). A habilidade envolve a manipulação do conhecimento na prática de fazer algo, é a capacidade de resgatar o que foi aprendido, armazenado e empregar para o desenvolvimento de resultados (QUEIROZ, 2008).

A atitude compreende o conjunto de valores, crenças e princípios formados

ao longo da vida que afetam o comportamento do indivíduo, eventos complexos que são determinantes para a escolha de objetivos pessoais e profissionais (JUNQUEIRA, 2009). Em síntese, o desenvolvimento de competências está aliado aos conhecimentos, habilidades e atitudes, uma vez que o saber por saber não gera a habilidade prática, da mesma forma que a habilidade não precede alguma experiência teórica ou empírica.

## 2.4 Desenvolvimento de um perfil de competências

Todos os profissionais possuem competências que são técnicas e comportamentais, esse conjunto é denominado perfil de competências. São técnicas quando relacionadas a conhecimentos e habilidades para exercer alguma função, e comportamentais ao representar atitudes e comportamentos a serem desempenhados (BITENCOURT, AZEVEDO e FROEHLICH, 2013). Portanto, o desafio da gestão por competência é criar um modelo para cada função dentro da empresa que trabalhe em conjunto com as atividades estratégicas, e gerem competitividade, valor e diferenciação no mercado.

Para Peter (2002) existem seis etapas para o desenvolvimento de competências na organização que são: (i) estabelecer parcerias com a área requisitante no desenvolvimento do trabalho conjunto na captação de talentos; (ii) definir indicadores de competências, de modo que o perfil buscado tenha aderência aos requisitos técnicos, comportamentais e desafios enfrentados; (iii) extrair de cada indicador as competências necessárias, os conhecimentos, habilidades e atitudes; (iv) formar grupos de competências que auxiliem na entrevista comportamental; (v) definição de competências para cada cargo, e (vi) compartilhar com o requisitante as definições dos grupos de competências.

Em síntese, o processo de elaboração de um perfil de competência auxilia a gestão de talentos da organização, os recursos humanos e diversos setores a compreenderem quais competências são necessários para cada cargo, e assim quais habilidades devem ser desenvolvidas para a promoção dos funcionários, ou para a captação externa.

## 3. ABORDAGEM METODOLÓGICA

A pesquisa se desenvolve por meio de revisão bibliográfica de materiais secundários com intuito de compreender os conceitos relacionados à problemática do estudo (GIL, 2002). Busca-se analisar as competências organizacionais para gerar vantagem competitiva. Em seguida, estendem-se à revisão, as competências do capital humano, aliado aos objetivos de identificar quais competências são necessárias para os cargos de liderança e analisar como desenvolvê-las. A partir do



material revisado, dá-se início ao estudo de caso por meio da pesquisa de campo, fontes primárias de pesquisa que aproxima o pesquisador do problema estudado (GIL 2002; ANDRADE, 2010), em uma empresa multinacional de grande porte fabricante e engarrafadora de bebidas nas unidades operativas situadas nos municípios de Piracicaba, Campinas, Cosmópolis e Jundiaí, Estado de São Paulo.

O objetivo do trabalho está em desenvolver competências para a liderança, os respondentes selecionados são supervisores e a gerência é o próximo degrau hierárquico no organograma, assim será possível verificar quais características eles possuem para a posição atual, e quais devem desenvolver almejando um estado futuro. Uma Unidade Operativa da empresa possui quatro supervisores, e foi selecionado um de cada Unidade aleatoriamente para compor a amostra, portanto, 25% do universo pesquisado.

Por meio de um questionário foram coletados dados relacionados à identificação do perfil, como: idade, estado civil, dependentes e escolaridade, em seguida buscou-se conhecer as competências necessárias para a tomada de decisões, as habilidades para liderança, o relacionamento no ambiente de trabalho e as múltiplas competências de caráter auto-avaliativa. Finalmente, a apuração dos resultados ocorreu por meio da tabulação dos dados analisados em função da frequência de respostas, e também pela avaliação de conteúdo de questões auto-avaliativas, uma vez que eram dissertativas.

#### 4. ESTUDO DE CASO

A organização estudada, é a segunda maior engarrafadora de bebidas entre as 10 de um grupo de engarrafadores âncoras de uma empresa de grande porte. Neste artigo tem seus nomes preservados. A Tabela 1 discrimina a posse acionária.

<b>Empresas</b>	<b>Ações (%)</b>
Engarrafadora	45,7
Empresa fabricante de bebidas	39,6
Investidores	14,7

Fonte: Empresa, 2015  
Tabela 1 - Posse acionária econômica em percentual

O modelo de negócio da empresa apresentada pela Figura 1 envolve uma companhia de bebidas integrada que participa de toda cadeia de valor dos produtos de consumo, trata-se de uma das mais importantes organizações do México, sendo a maior no ramo de bebidas e alimentos, foi fundada em 1972 e atualmente conta com 15.603 colaboradores. Possui cota de ações nas bolsas de valores do México (Bolsa de Valores Mexicana) e em Nova Iorque (*The New Stock Exchange*).



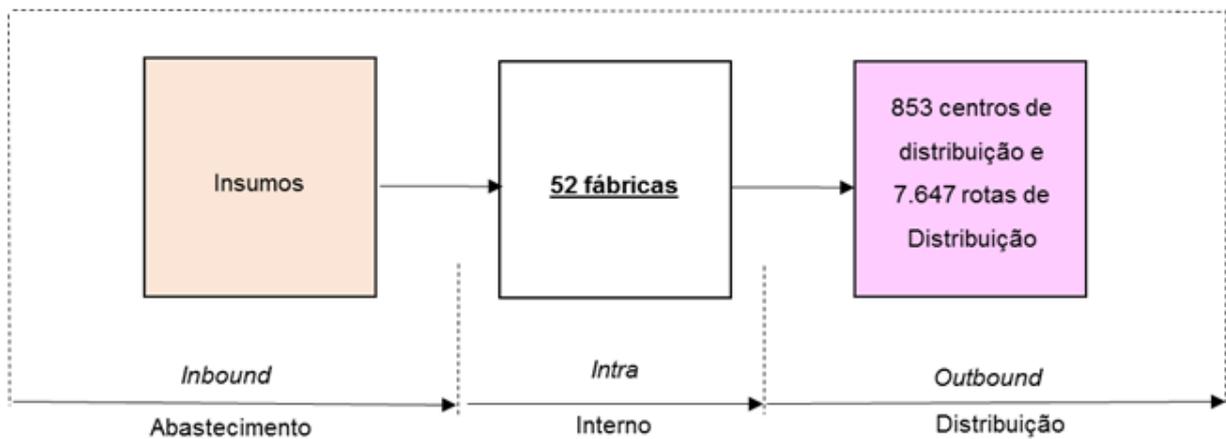


Figura 1 - Cadeia de atuação  
Fonte: Empresa, 2015

Dados aproximados demonstram que a empresa possui cerca de 1,5 milhão de clientes, mais de 166 milhões de consumidores, é a principal engarrafadora na América Latina, produz uma em cada quatro bebidas consumidas, e a segunda maior no mundo.

O trabalho desenvolvido é extenso e desafiador, os líderes reconhecem o valor da participação de seus colaboradores para alcançar os objetivos organizacionais em cada unidade de negócio, são unidades fabricantes de bebidas de marcas diversas: (i) cervejaria com exportação mundial, (ii) embalagens de diversos materiais e formatos, (iii) logística com capacidade de desenvolver veículos especializados, e (iv) unidade comercial com depósitos de bebidas e aperitivos.

#### 4.1 Descrição do cargo de gerente e competências relacionadas

O Gerente na organização pesquisada é o responsável pela gestão, organização e controle de uma Unidade de Negócio, pela execução de atividades de vendas, *merchandising* e administração dos gastos. Tem por objetivo atingir os resultados de faturamento e rentabilidade, bem como incrementar a participação no mercado e melhorar a qualidade dos serviços prestados aos clientes, por meio do senso de direção, liderança, treinamento das equipes, *mentoring*, *coaching*. Em síntese, a Tabela 2 discrimina as demais responsabilidades.

##### Responsabilidades do gerente

Atingir os objetivos de vendas, faturamento e de participação do mercado da unidade de negócios, dentro dos prazos previstos e ao menor custo possível, por meio de adequada organização e gerenciamento de seus ativos humanos, técnicos e materiais;

Assegurar a execução do composto mercadológico (preço, produto, canais e políticas promocionais) mediante permanente análise da concorrência e do mercado;

Contribuir para a manutenção e o incremento da imagem institucional perante os clientes, através da execução de estratégias de divulgação da marca e das promoções de eventos;

Garantir a exposição de produtos e a qualidade do serviço prestado por meio do acompanhamento da execução e dos resultados das avaliações;

Acompanhar o desempenho da unidade, a exposição dos produtos e a qualidade no atendimento a clientes externos por meio de visitas, manutenção de um bom relacionamento e solução de problemas;

Acompanhar as atividades administrativas desenvolvidas na unidade como cadastro de clientes, reembolso de quilometragem e amostra de produtos;

Garantir o desenvolvimento, análise do desempenho e da remuneração, a segurança e a qualidade de vida de sua equipe de colaboradores;

Contribuir com o incremento das vendas e garantir a estratégia comercial, por meio da divulgação e acompanhamento de concursos.

---

Tabela 2 - Responsabilidades do gerente  
Fonte: Empresa, 2015

Em visita realizada à empresa identificaram-se as competências trabalhadas para o cargo de gerência e estão apresentadas sob dez tópicos, sendo: (i) Persistência, dinamismo, criatividade, motivação e entusiasmo para busca dos objetivos da empresa; (ii) Experiência na gestão de pessoas, relacionamento com clientes, negociação, tomada de decisão e persuasão; (iii) Desenvolvimento empreendedor, comprometimento e envolvimento; (iv) Flexibilidade e velocidade para reagir proativamente; (v) Capacidade de trabalhar em ambientes sob pressão; (vi) Visão estratégica; (vii) Capacidade em definir prioridades, liderança, direção, delegação, trabalho em equipe e motivação; (viii) Conhecimento em técnicas de negociações de varejo; (ix) Graduação em administração de empresa; (x) Pós-graduação MBA em Gestão de Pessoas.

## 5. ANÁLISE E DISCUSSÃO

As análises dos dados obtidos na pesquisa de campo estão discriminadas quanto à frequência relativa acrescidos de observações. As primeiras análises envolvem o perfil dos supervisores apresentadas pela Figura 2.

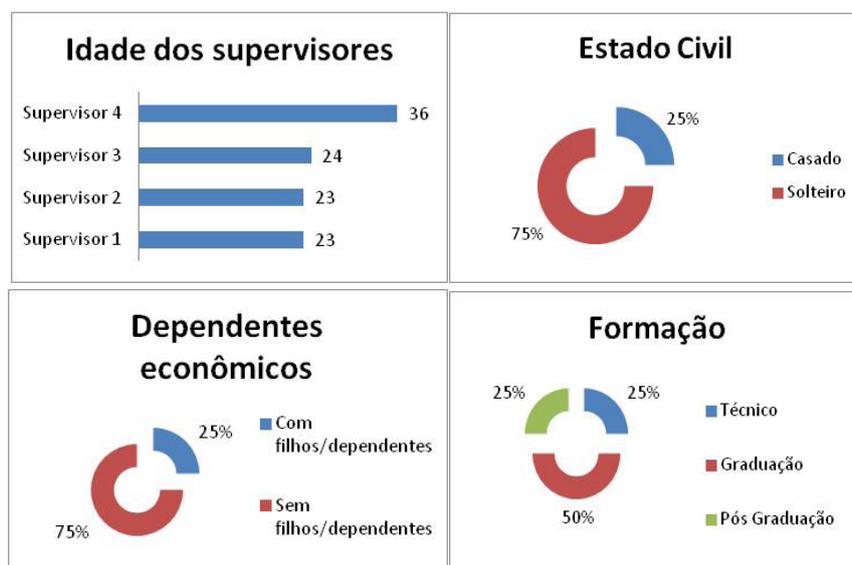


Figura 2 - Perfil atual dos entrevistados

De acordo com a amostra apura-se o perfil atual dos supervisores. Quanto à idade se observa um público jovem, sendo 50% com 23 anos de idade, 25% com 24 anos e 25% com 36 de idade. Em relação ao estado civil, apenas 25% são casados, enquanto os 75% restantes são solteiros. No tocante aos filhos ou dependentes econômicos constatou-se que apenas um deles possui dois dependentes, e que nenhum dos entrevistados tem filhos.

Finalmente, o item escolaridade demonstra que 25% tem formação em nível técnico; 60% possui formação superior, no curso de administração de empresas, e 20% são pós-graduados, na área de *marketing*. A seguir avaliaram-se as competências relacionadas a tomadas de decisões quanto ao nível de frequência das respostas e foram agrupadas em "sempre", "muitas vezes", "algumas vezes", "poucas vezes" e "não se aplica" nas categorias: rapidez, cautela, lentidão, indecisão e perfeição, apresentada pela Tabela 3.

Competências	Sempre	Respostas em percentual			Não se aplica
		Muitas vezes	Algumas vezes	Poucas vezes	
Rapidez		45			
Cautela	100	22	33		
Lentidão			33	20	100
Indecisão				80	
Perfeição		33	33		
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabela 3 - Competências para a tomada de decisão em percentual



Observa-se que tomar decisões com cautela é um dos principais comportamentos dos gestores, sendo que todos (100%) relacionaram “sempre” a esta categoria.

Para a frequência “muitas vezes” apareceu à competência tomar decisões com rapidez 45%, com cautela 22%, e com perfeição 33%.

Para a frequência “algumas vezes” tomar decisões com cautela, lentidão e perfeição, todos participam com 33,33% cada uma.

Finalmente, para a frequência “poucas vezes” observada para a competência tomar decisões, são os comportamentos de: lentidão 20% e indecisão 80%.

Em síntese, observa-se que cautela é uma competência predominante nas respostas cujo comportamento se aplica a função de supervisão, de fato, é importante que as decisões no ambiente empresarial sejam bem avaliadas e, em contrapartida, por se tratar de uma função cuja tarefa envolve a tomada de decisões, corrobora-se com essa análise que lentidão não se aplica a competência desse tipo de profissional.

A próxima análise envolve as habilidades pessoais dos supervisores na liderança das equipes, foram apuradas as categorias: direção, persuasão e incentivo nas frequências “sempre”, “muitas vezes”, “algumas vezes” e “poucas vezes”.

Os resultados da frequência “sempre” demonstram que a habilidade de direção foi escolhida por 17% dos participantes, a persuasão por 33%, e incentivo ficou com 50% de participação.

Na frequência correspondente a “muitas vezes”, habilidade de direção foi selecionada por 60% dos supervisores, persuasão por 33% e incentivo por 20%.

Em relação a “algumas vezes”, todos os supervisores selecionaram a habilidade de persuasão com 100%, e não houve nenhuma seleção de habilidades para a frequência “poucas vezes”.

Nas categorias isoladas a habilidade de direção obteve a menor parcela de escolha na frequência “sempre”, demonstrando que os supervisores optam por utilizar algum incentivo para liderar suas equipes.

Esse *trade off* de direção por incentivo pode demonstrar relativa inabilidade em liderança, contudo, quando comparado a segunda frequência, “muitas vezes”, observa-se que esse item tem seu valor acrescido, de forma que em uma situação intermediária, a habilidade de direção, representa um comportamento estável no momento em que os supervisores lideram suas equipes.

Portanto, as categorias que notoriamente aparecem nos dados são a de per-



suasão e incentivo, pois ficou evidente em todas as frequências escolhidas, demonstrando que esta categoria é um comportamento predominante nos supervisores, indicando que estas são habilidades de liderança mais utilizadas pelos supervisores em detrimento a habilidade de direção.

Em seguida, foi avaliado como os supervisores são visto pelos colegas de trabalho, nas categorias: amigo, sério, brincalhão, divertido, comprometido, desconfiado e de confiança, do mesmo modo, ou seja, por meio da frequência nas respostas.

Obteve-se os resultados na frequência "sempre", como sendo amigo com 27%, comprometido com 36% e de confiança com 36%.

Na frequência de "muitas vezes", os resultados para amigo com 14%, sério com 57%, brincalhão com 14%, e divertido com 14%.

Referente a frequência "algumas vezes" foram selecionadas as categorias brincalhão com 29%, divertido com 29% e desconfiado com 43%.

Finalmente, a categoria "poucas vezes" com brincalhão, divertido e desconfiado, todos em 33% cada uma. A frequência não se aplica não foi selecionada pelos supervisores.

Do ponto de vista dos supervisores os comportamentos relacionadas ao amigo, comprometimento e de confiança são mais importante para o cargo exercido, uma vez que aparecem com maior frequência, e em uma única categoria.

Os resultados evidenciam que o comportamento sério foi selecionado apenas uma vez na segunda frequência, ou seja "muitas vezes".

Os demais comportamentos, demonstram importância apenas quando somados as frequências "sempre, muitas vezes e algumas vezes", percebe-se que brincalhão, divertido e desconfiado ganham participação.

Outras variáveis de múltiplas competências pesquisadas analisam o comportamento dos supervisores a partir de frases interrogativas seguindo o padrão de frequência de respostas.

Os resultados demonstram que os comportamentos mais importantes estão relacionados à comunicação clara e objetiva, identificar e solucionar problemas e habilidades de relacionamento, que foram igualmente apontadas somando 75% na frequência "sempre".

Em seguida, os comportamentos relacionados a obter informação específica, treinar e delegar, pensamento objetivo e analítico, foram pontuados com 75% na categoria "muitas vezes".



As demais frequências não obtiveram informações significantes, a exceção de liderança, única selecionada por 100% dos respondentes na categoria “muitas vezes”, portanto, ratifica-se que para cargos de autoridade, essa habilidade deve estar presente.

A última variável do estudo identifica o comportamento dos supervisores relacionados à vida pessoal e profissional em forma de auto avaliação. Para eles as funções mais complexas na empresa envolvem os clientes, de forma que se consiga cumprir os acordos e alcançar as metas do setor.

Todos os supervisores buscam alcançar o cargo de gerente nos próximos cinco anos, e para tanto, defendem que a continuidade do trabalho realizado é um modo de alcançar o objetivo, bem como adquirir novos conhecimentos. Um deles tem o ensino técnico e observou que cursar uma faculdade é importante para o cargo.

Relatam os supervisores que no dia a dia da organização, em geral, são cobrados para a tomada de decisão rápida, manutenção do bom relacionamento com as equipes e clientes, e que são necessários conhecimentos básicos como: a habilidade de negociação e o conhecimento de marketing de varejo orientado ao consumidor, de modo a contribuir com o desenvolvimento do trabalho com excelência.

## 6. CONCLUSÃO

A medida que as técnicas de gestão e as tecnologias evoluem e se dissimulam, as empresas podem desenvolver novos artifícios para se destacar e gerar vantagem competitiva, e o capital humano é um aliado nessa jornada.

Observou-se que o desenvolvimento de talentos na própria equipe tem valor quando comparado a contratações externas que requerem maiores investimentos financeiros e de disponibilidade temporal.

Os objetivos desta pesquisa estão na perspectiva de identificar quais competências são necessárias para os cargos de liderança, e analisar como desenvolvê-las. Para tanto, a literatura revisada envolveu competências organizacionais, capital humano e o desenvolvimento de competências.

Em uma segunda etapa, a pesquisa de campo coletou dados dos supervisores de uma empresa de grande porte, pois este é o último degrau no organograma para alcançar a função de Gerente de Unidade.

Uma vez estudada a organização e feita à revisão da literatura, foram detalhadas as competências que os gerentes dessa empresa devem possuir, e nesse momento as considerações demonstram que há um caminho para o desenvolvimento dos supervisores até o cargo de liderança.



Observaram-se competências importantes para o cargo que foi desconsiderado pelos supervisores. Optou-se por cautela nas tomadas de decisões em detrimento a rapidez e perfeição.

Embora cautela seja importante, de modo algum as demais competências devem atuar em segundo plano, principalmente na função de liderança que necessita de agilidade e assertividade na resolução de problemas.

Outra situação peculiar foi à categoria incentivo muito bem pontuada pelos supervisores em habilidades pessoais para liderança, ao invés da direção, competência que se aproxima melhor das expectativas da empresa.

O perfil de competências da empresa descreve o cargo de Gerente para um profissional com forte liderança, boa direção, motivado e entusiasmado, e que atua pró-ativamente na realização das funções desempenhadas.

Está demonstrado que a empresa está preocupada em desenvolver o capital humano para cargos de liderança, como sendo uma alternativa ao recrutamento externo que possui maior probabilidade de insucesso e que consome tempo e recursos. Esta pode ser uma oportunidade aos profissionais mais bem preparados e que atendem aos requisitos estabelecidos.

Observou-se que para a construção de um perfil de competências, há necessidade de reunir conhecimento, habilidade e atitude adequados a liderança com habilidade de direção, que o profissional deve possuir para executar a função.

O desenvolvimento das maiores oportunidades identificadas no perfil da equipe pode se dar por meio do instrumento direcionador (perfil de competências), que além de ser útil para a empresa na utilização das avaliações de seus profissionais, também é um guia para que os colaboradores possam perceber quais os pontos fortes e mais carentes para a adequação do perfil.

O estudo desta organização permite sugerir para o colaborador com escolaridade técnica, a necessidade de cursar o nível superior e assim aproximar do perfil de competências necessárias para o cargo de Gerente.

Observa-se que a busca por cursos, treinamentos, palestras, *coaching* e *mentoring* oferecidas pela empresa, e uma maior compreensão das atividades dos diversos setores da organização, podem atuar no sentido de fortalecer as competências referentes a direção, rapidez e perfeição na tomada de decisão, que são essenciais para o cargo de gerência.

Portanto, pôde-se perceber a necessidade que a organização tem por pessoas mais bem preparadas e com senso de direção, tanto para criar um ambiente motivador de trabalho, quanto para liderar e mobilizar competências que gerem vantagem competitiva, que por meio da aliança de conhecimento, habilidade e atitude



adequada ao perfil de liderança, se consiga interagir com clientes, raciocinar com criatividade e ser resilientes para trabalhar sob pressão, em ambientes com diversas demandas e tempos de respostas mais curtos.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, N. R. D. et al. E-recruitment no setor hoteleiro: um estudo na cidade de Maceió. **Revista GEINTEC**, São Cristóvão, v. 4, n. 5, p. 1292 -1309, 2014.
- ALMEIDA, M. M. A escassez de líderes no mercado de trabalho: o papel do professor universitário na formação deste profissional pode colaborar para a mudança no cenário atual. **Gestão & Sociedade**, Rio de Janeiro, p. 9, jan/julho 2012.
- ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- BARNEY, J. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, Europe, v. 17, p. 99-120, 1992.
- BINDER, A.; MACCARI, C.; NASSER-CARVALHO, A. Competência central e a lógica dominante: contribuições à análise de processos de fusão e aquisição. **Revista de Ciências da Administração**, Santa Catarina, 2010.
- BITENCOURT, A.; AZEVEDO, F.; FROELICH, A. **Na trilha das competências: caminhos possíveis no cenário das organizações**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- BRANDÃO, A.; BORGES-ANDRADE, J. E. Causas e efeitos da expressão de competências no trabalho: para entender melhor a noção de competência. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, 2007.
- CHAMON, E. M. Q. D. O. **Gestão integrada de organizações**. Rio de Janeiro: Brasport, 2008.
- CRUBELLATE, A.; PASCUCCI, B.; GRAVE, A. Contribuições para uma visão baseada em recursos legítimos. **Revista de Administração de Empresas**, 2008.
- FERNANDES, B. **Gestão estratégica de pessoas com foco em competência**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2013.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p. ISBN 85-224-3169-8.
- GROYSBERG, B. **Perseguindo estrelas: o mito do talento a a portabilidade do desempenho**. São Paulo: Évora, 2011.
- JOHNSON, A.; SCHOLLES, A.; WHITTINGTON, B. **Explorando a estratégia corporativa: textos e casos**. 7. ed. São Paulo: Bookman, 2007.
- JUNQUEIRA, C. R. **Gestão por competências sem mistérios: mapeamento de competências, planos de remuneração e avaliação de desempenho**. São Paulo: Baraúna, 2009.
- MARTINS, V. L. A importância do capital humano como diferencial competitivo para o sucesso das empresas - um estudo dos artigos publicados no período de 2000 a 2008 na Revista RAE. **Revista Eletrônica de Ciências Empresariais**, 2009.
- MCCOOL, J. D. **Deciding who leads: how executive recruiters drive, direct, and disrupt the global search for leadership talent**. United States of America: Davies-Black Publishing, 2008.
- NISEMBAUM, H. **A Competencia essencial**. São Paulo: Gente, 2000.
- PETER, L. J. **A competência ao alcance de todos**. São Paulo: José Olympio, 2002.
- QUEIROZ, C. **As competências das pessoas: potencializando seus talentos**. São Paulo: DVS Editora, 2008.



ROCHA, C. S.; NASCIMENTO, V. D. Atitude: atributo à competência. **Pensar a Prática**, Goiânia, jul/set 2014. 878-892.

RUAS, R.; ANTONELLO, ; BOFF,. **Os novos horizontes de gestão**: aprendizagem organizacional e competências. São Paulo: Artmed Editora SA, 2005.

RUZZARIN, A; AMARAL, P. D.; SIMIONOVSKI, B. **Sistema integrado de gestão de pessoas com base em competências**. Rio Grande do Sul: Age, 2006.



## CAPÍTULO 3

# **ESTRATÉGIA DIRECIONADA À LOGÍSTICA DE ARMAZENAGEM E DISTRIBUIÇÃO NO SETOR SUCROALCOOLEIRO SOB OS EFEITOS DA SAZONALIDADE**

STRATEGY TOWARDS STORAGE AND DISTRIBUTION LOGISTICS IN  
THE SUGAR SECTOR UNDER THE EFFECTS OF SEASONALITY

**Lissandra Andréa Tomaszewski**

**Carla Pereira Quintino**

**Alcides da Silva Franco**

**Sara Pereira Silva**

**Artur José Conceição Cabral**

## Resumo

**A**s empresas sucroalcooleiras trabalham em ciclos sazonais de produção e, por esse motivo, possuem a necessidade de manter um bom gerenciamento logístico e máxima capacidade de estocagem de modo a preservar sua competitividade e flexibilidade frente ao mercado globalizado. Esse aumento de competitividade trouxe para as organizações a necessidade de estar em um ciclo contínuo de melhoria. Esse artigo elucida um projeto de melhoria em uma empresa com o objetivo geral de identificar as possibilidades de adequação de uma unidade de armazenamento para que possibilite o aumento da capacidade de estocagem de açúcar em bags. Como objetivos específicos o estudo buscou identificar os motivos das falhas no processo de armazenagem, além de propor melhorias em relação ao layout e identificar áreas inservíveis que podem ser utilizadas para aumentar a capacidade de estocagem. E, finalmente, testar as soluções, criar e implementar um plano de ação, identificando possíveis tecnologias que possam ser utilizadas, e validando e sustentando os resultados. A natureza da pesquisa utilizada foi exploratória de abordagem metodológica de cunho qualitativo e o método de pesquisa empregado foi a pesquisa-ação, que é um dos métodos qualitativos mais utilizados na Engenharia de Produção. O projeto em questão seguiu a metodologia adotada pela empresa, os 7 Passos para a Resolução de Problemas, que tem como base o ciclo PDCA. Com os resultados alcançados a empresa em questão aumentou sua vantagem competitiva e, em 2018, durante a entressafra, período no qual geralmente o preço do açúcar é mais elevado, apresentou resultados satisfatórios, aumentando em 39,65% a capacidade de estocagem de açúcar.

**Palavras-chave:** Estoque, Logística, Armazenagem, Melhoria Contínua, Sazonalidade.

## Abstract

**S**ugar and alcohol companies work in seasonal production cycles and, therefore, have the need to maintain good logistics management and maximum storage capacity in order to preserve their competitiveness and flexibility in the face of the globalized market. This increased competitiveness brought organizations the need to be in a continuous cycle of improvement. This paper elucidates an improvement project in a company with the general objective of identifying the possibilities of adapting a storage unit to enable the increase of sugar storage capacity in bags. As specific objectives the study sought to identify the reasons for failures in the storage process, as well as propose improvements in relation to layout and identify unsafe areas that can be used to increase storage capacity. And finally, testing the solutions, creating and implementing an action plan, identifying possible technologies that can be used, and validating and sustaining the results. The nature of the research used was exploratory methodological approach of qualitative nature and the research method employed was action research, which is one of the most used qualitative methods in Production Engineering. The project in question followed the methodology adopted by the company, the 7 Problem Solving Steps, which is based on the PDCA cycle. With the results achieved, the company in question increased its competitive advantage and, in 2018, during the off-season, when the sugar price is generally higher, presented satisfactory results, increasing the sugar storage capacity by 39.65%.

**Key-words:** Inventory, Logistics, Storage, Continuous Improvement, Seasonality.



## 1. INTRODUÇÃO

“O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com cerca de 641 milhões de toneladas processadas na safra 2017/2018” (MONDO 2018, p.1). Ademais, “o potencial do biocombustível no Brasil fortifica a sua posição como potência regional com influência global e garante a sua pretensão de líder político na América Latina” (KOHLHEPP, 2010, p.224). Diante disso, a fim de se manter em um mercado competitivo, deve-se ter um efetivo gerenciamento do fluxo de produção desse setor. Para isso, as usinas têm implantado ferramentas de melhoria contínua, visando à redução de custos e aumento da qualidade nos processos e produtos (CONAB, 2018). Um ponto de destaque para esse setor é a sazonalidade que, conforme Hoffmann (1980) pressupõe o entendimento para a orientação dos comerciantes e produtores agrícolas, bem como para a formulação da política agrícola. Diante disso, é essencial a previsão de preço em determinada época do ano, para que assim as empresas consigam se adaptar da melhor maneira possível à diferença de demanda e preços que o mercado consumidor sofre ao longo do ano. Nesse período ocorre um movimento de preços devido à safra e entressafra nas usinas, com a necessidade de manter uma elevada eficiência dos processos produtivos de armazenamento e de distribuição, já que a produção ocorre somente entre os meses em que se tem disponibilidade de cana-de-açúcar, isto é, de abril a novembro.

Partindo desse pressuposto, a sazonalidade, característica do setor sucroalcooleiro, tem impulsionado as empresas a investirem tempo não somente no planejamento da produção, mas também em toda a cadeia produtiva envolvida, buscando assim evitar que, no período de safra, haja problemas com o escoamento ou estocagem da produção (TUBINO, 2007).

Segundo Morabito e Iannoni (2007), a logística engloba as atividades de movimentação de produtos como recebimento e processamento dos pedidos, gerenciamento de estoques de produto, manuseio de materiais, embalagem, armazenagem e transporte, tendo papel fundamental para a redução dos custos produtivos e aumento da qualidade no setor industrial. Isto posto, as atividades logísticas de layout, armazenagem e distribuição passam a ser considerados pontos estratégicos para o setor, destacando também o quão fundamental é a otimização da gestão de estoques (COSTA, 2007), esta que, por sua vez, precisa garantir uma estocagem que atenda a demanda ao longo do ano e a manutenção da oferta dos produtos. Assim sendo, a gestão de estoque é uma rotina da logística pensada com o objetivo de aprimorar resultados e tornar o setor cada vez mais eficiente. (COLANGELO, 2009). Para isso, é necessário planejar alguns pontos essenciais, e um deles é o layout, onde a falta de planejamento pode gerar inúmeros problemas para as empresas, como o prejuízo gerado pelo aproveitamento incorreto do espaço interno, podendo gerar uma baixa capacidade de armazenamento (MARTINS, 2001; BALLOU, 2006).



Diante disso, é possível melhorar a capacidade de armazenamento de açúcar em bags de uma Usina Sucroalcooleira a partir de um projeto de melhoria contínua sem que o espaço físico dentro da unidade seja alterado? Para isso, este artigo propôs melhorias em relação ao layout e identificou áreas inservíveis que poderiam ser utilizadas para aumentar a capacidade de estocagem; criou e implementou um plano de ação identificando as possíveis tecnologias que poderiam ser utilizadas; validou e sustentou os resultados, a fim de aumentar a capacidade de estocagem de açúcar em bags da respectiva unidade em estudo. Sabendo-se que o mercado sucroalcooleiro é sazonal e que a produção de açúcar é realizada somente durante a safra, acredita-se que a empresa que consegue desempenhar de forma eficiente sua armazenagem terá vantagem competitiva durante a entressafra para a venda de açúcar, período no qual, geralmente, o preço do açúcar é mais elevado, mas as empresas não possuem produto suficiente para atender à demanda de mercado.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 A importância da logística na cadeia de suprimentos**

A logística é um processo que inclui atividades importantes referentes à disponibilização de bens e serviços aos clientes, quando e onde esses clientes quiserem adquiri-los (BALLOU, 2006). Devido à pressão para diminuir custos, aumentar circulação de mercadorias e vendas, empresas analisaram e entenderam que era importante desenvolver uma cadeia de suprimentos para aumento da eficiência dos processos (DIAS, 2012).

A importância da cadeia de suprimentos na logística, segundo Bulgacov (2006), está ligada ao planejamento, e as tecnologias da informação são utilizadas para coordenar, planejar e controlar as atividades relacionadas a este aspecto. Slack, Chambers e Johnston (2006) ressaltam que a tecnologia da informação pode ajudar a reduzir os estoques ao longo da cadeia de suprimentos. Dentre as atividades concernentes a essa área, duas são de particular interesse: a previsão da demanda e o gerenciamento e processamento de pedidos. Ademais, os índices de capacidade, a estrutura geral e as necessidades financeiras são afetados conforme os momentos e níveis que ocorrem. (BALLOU, 2006).

### **2.2 Conceitos relacionados a estoque**

Estoque é conjunto de bens armazenados, com características próprias, e que atende as necessidades da empresa, com importância vital para o bom desempenho das organizações, pois as operações são movimentadas por ele e contribuem para satisfação do cliente.



Ao admitir que, no dia-a-dia, as variáveis que estão ligadas aos estoques não obedecem a um patamar de constância, demanda-se a necessidade de estabelecer níveis de estoques que atuem como uma segurança diante de tais acontecimentos imprevistos. (GONÇALVES, 2007). Para isso, tem-se como objetivo compensar as incertezas inerentes ao fornecimento e demanda comuns em datas sazonais, ao absorver variações não previstas e proteger a empresa contra imprevistos na demanda e no suprimento. Essas faltas, muitas vezes, podem gerar perdas reais de vendas. Então, quanto maior é o objetivo de atender bem o cliente, maior é o cuidado que se deve ter na definição do nível do estoque de segurança (MOURA 2004).

Para isso, uma operação de armazenagem eficiente pode ser o ponto de partida, este que consiste em entender como ocorrem os processos industriais, as motivações, procedimentos, necessidades dos clientes, de que tipo de armazenagem necessita e em que circunstância essa operação se entrelaça com os demais elementos da cadeia de transporte e distribuição física (RODRIGUES, 1999). O objetivo do armazenamento é utilizar, de maneira eficaz, o espaço nas três dimensões (comprimento, largura e altura). O meio empresarial concebe que não se pode obter eficiência nas operações logísticas sem que haja um arranjo físico que tenha sido bem planejado (BRAGA; PIMENTA; VIEIRA, 2008).

Tendo isto, há a ferramenta para controle de estoque Curva ABC que permite identificar a importância dos itens em estoque. Este método baseia-se na observação de um pequeno número de itens que domina maior número dos resultados, a fim de priorizá-los para a programação da produção e definição da política de vendas. São identificadas três classes de itens: A, B e C (VIANA, 2002).

- Classe A: itens mais importantes que merecem especial atenção. Esta corresponde a no máximo 20% dos itens e 80% do critério utilizado.
- Classe B: Itens intermediários devem ser os segundos em importância. Correspondem a em média 30% dos itens e 15% do critério.
- Classe C: itens de menor importância, volumosos, porém de baixo valor que devem ser tratados após as classes A e B. Corresponde a 50% dos itens e 5% do valor. Com isso é possível melhorar o layout da armazenagem priorizando os itens de classe A.

O uso efetivo do espaço do armazém pode proporcionar maior facilidade ao setor, ao passo que a empresa cresce e a eficiência do uso do lugar permite não tomar medidas de contenção, tais como, arrendamento de ambientes ou compra de edifícios para estoque (GUE, 2005). Para isso, é necessário planejar alguns pontos essenciais, tal como o layout.



## 2.3 Planejamento do layout

Layout, ou arranjo físico, é a combinação de características que conferem maior produtividade humana, dentro do padrão de rendimento e economia das empresas (DIAS, 1993). A decisão de qual tipo de layout adotar envolve uma escolha entre os quatro tipos básicos, tais quais: posicional, por processo, por produto e celular. Além disso, as características de volume e variedade de uma operação podem reduzir a escolha a uma ou duas opções, a fim da tomada de decisão mais assertiva.

Contudo, a falta de planejamento no layout pode gerar inúmeros problemas para as empresas, que vão desde o prejuízo gerado pelo aproveitamento incorreto do espaço amostral interno, gerando uma baixa capacidade de armazenamento, até condições inapropriadas, que não favoreçam a realização de um endereçamento fixo dos materiais. Neste caso sugere-se utilizar a técnica FIFO (do inglês, *First In, First Out*), onde o primeiro que entra é o primeiro que sai, proporcionando um fluxo de movimentação adequado (MARTINS, 2001; BALLOU, 2006).

## 2.4 Trabalhos correlatos

### 2.4.1 Análise da armazenagem de uma usina sucroalcooleira com proposição de melhorias no layout do armazém

Camparotti e Rotta (2013) analisam a logística interna na atividade de armazenagem de uma empresa sucroalcooleira, procurando identificar as características atuais e propor melhorias no que diz respeito a atendimento de pedidos. Para conseguir atingir seus objetivos, realizaram uma coleta de dados na produção de cada tipo de açúcar, armazém atual e layout, e os organizou em forma de tabelas e gráficos. Com os dados eles construíram uma tabela de classificação ABC e puderam identificar algumas falhas no layout atual que geram movimentação, informações incorretas, controle ineficiente, processamento inadequado e desperdícios em transporte. As propostas de melhorias sugeridas pelos autores foram: i) separar o armazém por tipos de açúcar; ii) dar preferência aos itens de classe A, seguido das classes B e C respectivamente; iii) organizar e estruturar os itens em estoque; iv) melhorar o gerenciamento de estoque.

### 2.4.2 Impactos da sazonalidade da produção sobre os estoques e lucratividade: análise do segmento industrial brasileiro

Mesquita et al. (2006) apontam a sazonalidade como um fenômeno que afeta diversas atividades econômicas e pode provocar incertezas sobre a gestão de estoques, tema que tem sido pouco abordado nas pesquisas acadêmicas. Com a



presente pesquisa, buscou-se avaliar os efeitos de variações sazonais de produção sobre estoques e rentabilidade de empresas industriais.

### **2.4.3 Gestão da armazenagem: estudo dos benefícios e dificuldades no setor sucroalcooleiro**

Castro e Souza (2014) apresentam em seus estudos que, especificamente no setor sucroalcooleiro, a armazenagem de açúcar é fundamental para manter as demandas sazonais de produção, uma vez, que as usinas trabalham com períodos de safra e entressafra para o processamento da matéria-prima. Utilizaram-se para coleta de dados os seguintes instrumentos: sites das principais bases científicas, documentos técnicos sobre o setor sucroalcooleiro, experiências empíricas de conhecedor do setor e análise documental. Com os resultados obtidos, busca-se a inferência para discussões sobre novas formas de administrar os armazéns de açúcar, bem como o processo de gestão de pessoas. A partir disso, desenvolver estratégias de melhorias que possam reduzir custos, com gestão da logística, mantendo o relacionamento com a cadeia de suprimentos, de forma sustentável.

## **3. MÉTODO DE TRABALHO**

A natureza da pesquisa utilizada foi exploratória de abordagem metodológica de cunho qualitativo. Quanto às características do estudo realizado, este pode ser classificado como uma pesquisa-ação prática, que possui como objetivos a eficácia/eficiência da prática profissional, o desenvolvimento profissional, a compreensão dos praticantes e a transformação da consciência dos praticantes (TURRIONI; MELLO, 2012). Dresch (2013, p. 115) complementa ao apontar que “utilizar-se de elementos da pesquisa-ação, pode contribuir para o sucesso da pesquisa e também da intervenção na organização”.

Para efetuar o planejamento foram levados em consideração a capacidade de armazenagem interna e externa, a capacidade de escoamento diário e o plano mensal de produção de uma usina sucroalcooleira. A formalização do planejamento foi realizada inicialmente por meio de planilhas em Excel onde, mensalmente, serão efetuados os acompanhamentos do “realizado” a fim de providenciar planos de ação corretivos para os desvios identificados. Para melhor entendimento do processo, foi realizada uma entrevista com o gestor responsável pela estocagem do açúcar em *big bag*, como também foram realizadas visitas a campo para mapeamento do processo e entendimento do layout do armazém, com intuito de identificar possíveis causas da baixa eficiência de estocagem. Para as análises utilizou-se o método utilizado pela empresa em estudo, similar ao ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) denominado 7 Passos para Resolução de Problemas, os quais estão descritos abaixo.



### 3.1 Definir o problema

Tem como objetivo definir o problema descrevendo sempre o objeto, a extensão, o defeito e o impacto.

### 3.2 Ir ver e avaliar

Esta etapa tem por objetivo ir a campo e realizar os levantamentos necessários (existentes ou produzidos) que servirão de embasamento para as decisões seguintes. Entre a primeira e a segunda etapa pode-se retornar para ajuste da definição dos problemas em função do tratamento dos dados encontrados na segunda etapa. Uma das formas de se produzir os dados é através de entrevistas. De acordo com Minayo (1994), a entrevista pode ser realizada com um único entrevistado ou com um grupo de pessoas e é um procedimento de coleta de dados sobre determinado tema, realizada por iniciativa do entrevistador e tem como objetivo fornecer informações pertinentes a um objeto de pesquisa.

### 3.3 Análise de causa raiz

A identificação da causa raiz se faz necessária para que o real motivo dos problemas seja detectado, pois somente assim o projeto será eficiente e sustentável (OHNO, 1997). Para cada causa raiz, foram desenvolvidas ideias com soluções múltiplas. Foi assegurado que a solução proposta não aumenta o risco, avaliadas soluções, determinando qual melhor atende às necessidades e não adiciona ou aumenta risco. Utilizado matriz de filtração para priorizar as ações a serem implementadas considerando implementação/impacto.

### 3.4 Propor melhorias

Após uma avaliação criteriosa é realizado a proposição das melhorias. Estas melhorias levam em consideração a matriz de filtração que adotam critérios de impacto x dificuldade de implementação.

### 3.5 Construir e executar um plano

Após a priorização das melhorias é construído e realizado o plano de implementação. As atividades elaboradas para sustentar o projeto devem ser muito bem



acordadas com as partes interessadas para que tudo que foi estabelecido pelo projeto não seja abandonado no decorrer do tempo. (CARVALHO, 2015).

### 3.6 Validar os resultados

Nesta etapa faz-se a checagem se o resultado obtido está em dentro dos padrões estabelecidos na etapa 4 (quatro)

### 3.7 Sustentabilidade

A validação da sustentabilidade é realizada em uma periodicidade anual para verificar se as melhorias implementadas continuam mantendo sua efetividade ou se é necessário um novo ciclo para identificar alguma adversidade no processo.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os dados de 2017, foi definida a seguinte declaração do problema: baixa eficiência (Defeito) de armazenamento de açúcar em *big bag* (Objeto) que ficou em 30% da capacidade do armazém no ano de 2017(Extensão) gerando a limitação do volume de açúcar produzido e estocado e baixa flexibilidade na estratégia comercial (Impacto). Diante disso, foi realizada uma entrevista com o gestor responsável pela estocagem do açúcar em *big bag* (Quadro 1), e um estudo do layout do armazém (Figura 1) para identificação de possíveis causas da baixa eficiência de estocagem.

Formulário para Entrevista
Entrevistador: Entrevistado: Unidade:
Perguntas para entrevista:
1. Qual dimensão do armazém? 2. Qual estrutura do empilhamento dos <i>bags</i> ? 3. Existe procedimento para empilhamento dos <i>bags</i> ? Quais? 4. Quais tipos de <i>bags</i> são utilizados para armazenagem? 5. Qual variação média de peso de um <i>bag</i> para outro? 6. Quais equipamentos são utilizados durante o processo de armazenagem? 7. Qual a capacidade máxima do armazém? 8. Como está distribuído o <i>layout</i> do armazém?

Quadro 1 - Formulário para Entrevista  
Fonte: Autores.





Figura 1 - Layout Atual do Armazém  
Fonte: Autores.

Para resolução do problema, os dados foram verificados e estabeleceu-se a situação atual, a fim de delimitar a situação futura, definindo métricas primárias e secundárias e a declaração de meta (Figura 2). A métrica primária diz o que deve ser melhorado e a secundária diz o que não se pode impactar de forma negativa. A declaração de meta se refere ao propósito que o projeto possui.

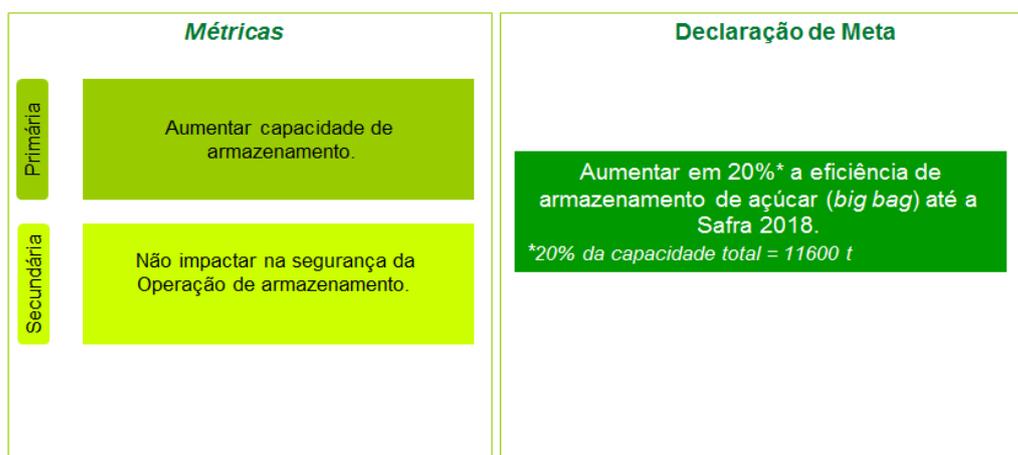


Figura 2 - Métricas e Declaração de Meta  
Fonte: Autores.

A lista de inconsistências são as falhas observadas no processo e também foi estabelecida nesta etapa do projeto, são elas: i) baixa utilização do espaço de armazenamento; ii) limitação da estrutura máxima de empilhamento; iii) tempo morto de operação; iv) menor quantidade de açúcar com máxima capacidade de empilhamento.

Para a identificação das causas raízes, foram utilizadas duas ferramentas, o diagrama de Ishikawa, o qual correlaciona causa e efeito, representado pela Figura 3, e os 5 Porquês, que é uma ferramenta que permite a identificação das causas raízes, no Quadro 2.

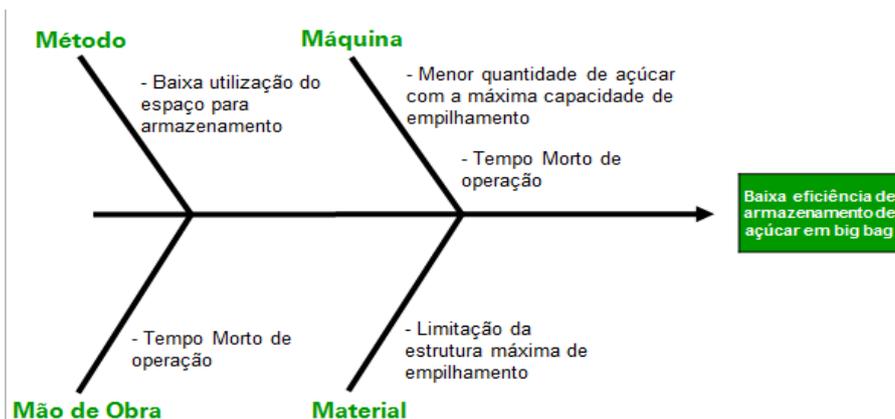


Figura 3 - Ferramenta de Ishikawa com os Dados do Projeto  
Fonte: Autores.

Inconsistências	Por quê	Por quê	Por quê	Por quê
Baixa utilização de espaço para armazenamento	Estruturas alocadas em áreas de utilização	Quarentena utilizando área de armazenamento		
		Equipamento de desensaque obsoleto utilizando a área de armazenamento		
	Carregamento dentro do armazém	Falta de estrutura para realizar o carregamento na área externa		
Limitação da estrutura máxima de empilhamento	Variação do fator de resistência	Existem dois tipos de bag		
Tempo morto de operação	Não realização das atividades simultâneas de carregamento e empilhamento	Equipamento compartilhado para ambas as atividades	Indisponibilidade de equipamento para cada processo	
		Mão de obra compartilhada para ambas as atividades	Indisponibilidade de HC.	
	Carregamento com lote do dia anterior	Necessidade de aguardar fechamento da análise composta	Determinação do processo de liberação de açúcar	
Menor quantidade de açúcar com a máxima capacidade de empilhamento	Big bag não tem 1200 KG	Set point menor que 1200 KG	Falta de precisão no sistema de pesagem (válvula/balança)	Falha na implementação e especificação dos equipamentos

Quadro 2 – Resultado da Ferramenta 5 Porquês  
Fonte: Autores.

A priorização das principais causas raízes foi realizada a partir da ferramenta multivoto. Para isso, foi realizada uma votação com os membros do projeto em que cada um votou nas três principais causas raízes de acordo com o seu entendimento. As três mais votadas foram destacados de azul (ver Quadro 3), tais quais:

- 1) Quarentena utilizando área de armazenamento, o que reduz o espaço utilizável dentro do armazém de açúcar;
- 2) Existência de dois tipos de *big bag*, sendo um mais resistente que suportava uma pilha com maior número de *bags* sobrepostos e um menos resistente;
- 3) Falha na implementação e especificação dos equipamentos, pois havia menos açúcar estocado dentro dos *big bags* que a especificação permitia.

A partir destas causas identificadas elaborou-se o plano que incluiu a tarefa a ser realizado, o responsável e as datas de início e finalização da atividade (Quadro 3).

Itens	Plano de Trabalho	Início	Término previsto	Conclusão	Status	Responsável
1	<b>Aquisição de 6640 <i>bags</i> fator 11X1</b>					
1.1	Realizar alinhamento com gerente de planejamento sobre os passos necessários para solicitar maior quantidade de <i>big bags</i> .					
1.2	Solicitação de compras					
2	<b>Análise do sistema da Balança</b>					
2.1	Realizar alinhamento com Supervisor da Instrumentação					
2.2	Solicitar previsão para "diagnóstico" do sistema de pesagem					
2.3	Realizar visita a outra usina para verificar sistema de balança					
2.4	Realizar ajuste no sistema de pesagem de acordo com os parâmetros					
3	<b>Alteração da sala de Amostragem</b>					
3.1	Solicitar orçamento da alteração da sala de amostragem considerando instalação elétrica					
3.2	Realizar visita a outra usina para verificar sistema de balança					

Fonte: Própria Autora (2018).

Quadro 3 - Plano de Ação  
Fonte: Autores.

Como primeira ação foi calibrada a balança que quantifica o açúcar a ser ensacado nos *big bags*. A Figura 4 evidencia as quantidades antes e depois da calibração realizada no sistema de pesagem, respectivamente. Esse ajuste possibilitou o incremento de aproximadamente 40kg de açúcar por *big bag*, de forma que a quantidade de açúcar dentro de cada recipiente de armazenamento estivesse mais



próxima da carga máxima suportada, e com isso aumenta-se em 3,2% a capacidade total de armazenamento.



Figura 4 - Valores da balança antes do ajuste  
Fonte: Autores.

Nas Tabelas 1 e 2 se pode observar o peso médio de saída das Bags de açúcar antes e depois do ajuste do sistema de pesagem, o que comprova o aumento citado acima.

Nota Fiscal	Emissão	Descrição	Quant. Bags	Peso Saída	Peso Médio
000.005.889/83	08/08/2018	Açúcar cristal C1	32	36,800	1,150
000.005.919/83	09/08/2018	Açúcar cristal C1	32	36,860	1,152
000.005.952/83	09/08/2018	Açúcar cristal C1	42	48,420	1,153
000.005.963/83	09/08/2018	Açúcar cristal C1	31	35,680	1,151
000.006.012/83	10/08/2018	Açúcar cristal C1	32	37,160	1,161
000.006.087/83	11/08/2018	Açúcar cristal C1	32	36,980	1,156
000.006.118/83	12/08/2018	Açúcar cristal C1	32	37,200	1,163
<b>Média</b>					1,155

Fonte: Própria Autora (2018).

Tabela 1 - Peso de Saída dos Bags de Açúcar antes do Ajuste da Balança  
Fonte: Autores.

Nota Fiscal	Emissão	Descrição	Quant. Bags	Peso Saída	Peso Médio
000.006.175/83	15/08/2018	Açúcar cristal C1	41	48,320	1,179
000.006.231/83	17/08/2018	Açúcar cristal C1	31	36,460	1,176
000.006.236/83	17/08/2018	Açúcar cristal C1	29	34,180	1,179
000.006.312/83	21/08/2018	Açúcar cristal C1	31	37,340	1,205
000.006.317/83	21/08/2018	Açúcar cristal C1	30	36,080	1,203
000.006.337/83	21/08/2018	Açúcar cristal C1	26	31,240	1,202
000.006.353/83	22/08/2018	Açúcar cristal C1	4	4,820	1,205
<b>Média</b>					1,192

Fonte: Própria Autora (2018).

Tabela 2 - Peso de Saída dos Bags de Açúcar após o Ajuste da Balança  
Fonte: Autores.

Foi realizada também a remoção da sala de retenção de dentro do armazém de açúcar, que pode ser observada na da Figura 5. Essa modificação disponibilizou um espaço extra para armazenamento dos *big bags*.



Figura 5 - Sala de retenção  
Fonte: Autores.

Na Figura 6, pode ser observado o layout do armazém após a retirada da sala de retenção de açúcar, aumentando em 6 metros o comprimento de armazenamento de *Bags*.

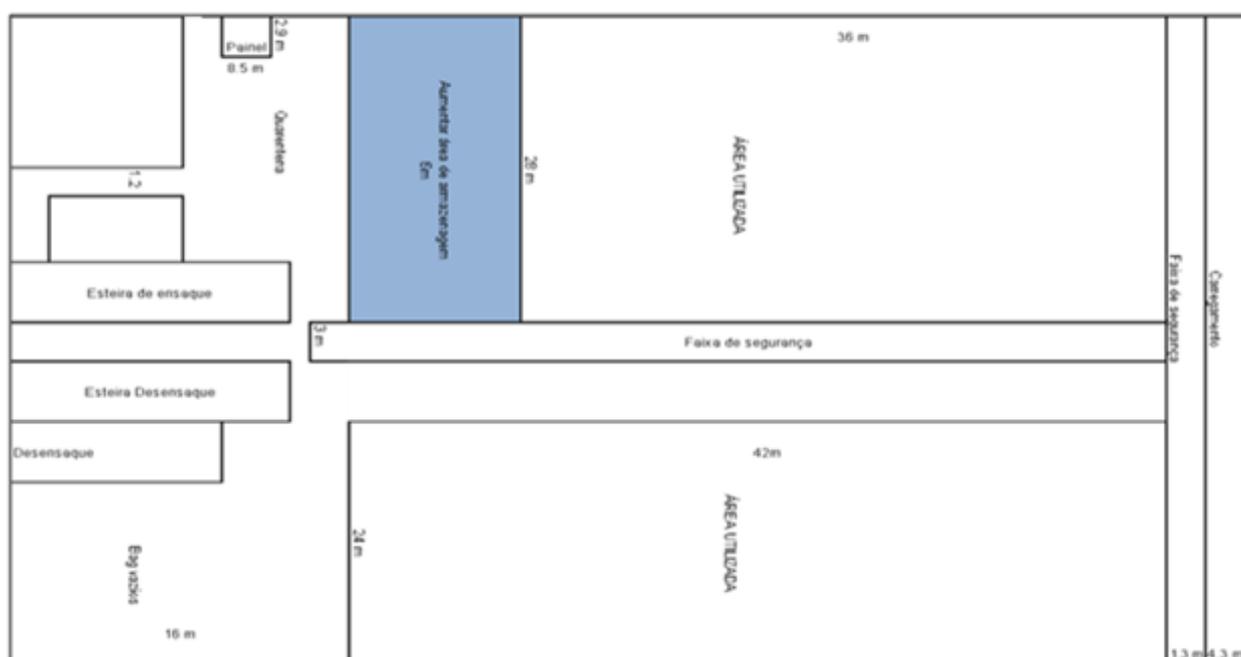


Figura 6 - Layout do Armazém após Remoção da Sala de Retenção  
Fonte: Autores.

Com a retirada da sala de retenção foi possível ampliar o espaço para armazenamento em 6m<sup>2</sup> espaço este que comporta 992 *bags* de açúcar, representando 13,14% de aumento. Houve também a alteração da altura das pilhas que passaram de 8 para 12 níveis. Para que fosse possível esta alteração foi necessária a aquisição de *big bags* mais resistentes para compor a base que tem 5 níveis de elevação. Esta alteração foi a mais representativa adicionando 23,31% a mais na capacidade inicial do estoque. Os resultados desses ajustes podem ser observados a partir do

Gráfico 1, o qual esboça a capacidade de armazenagem antes da realização do projeto em 2017 e o armazenamento obtido com as melhorias realizadas.

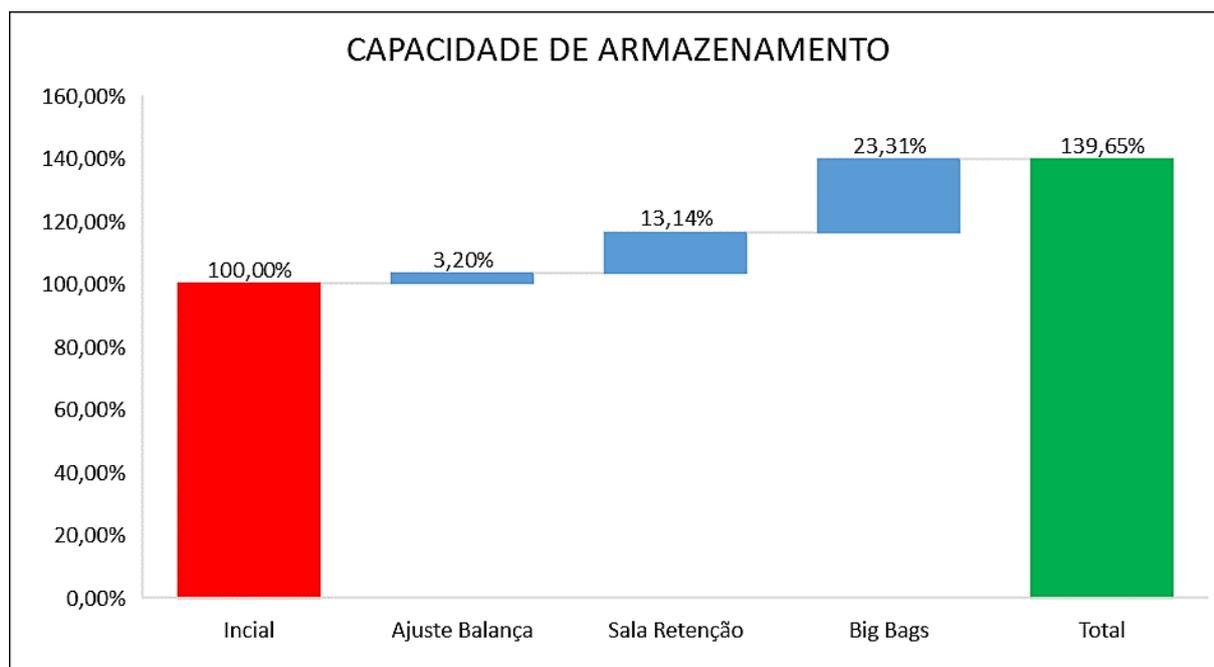


Gráfico 1 - Resultados dos Ajustes  
Fonte: Autores.

Até o final do projeto obteve-se um ganho de 39,65% na capacidade de armazenagem.

## 5. CONCLUSÕES

A realização deste projeto de melhoria contínua seguiu os 7 Passos para a Resolução de Problemas, que têm como base o ciclo PDCA. O andamento do estudo ocorreu de maneira organizada e ágil, todas as ações executadas, entre elas a análise do sistema da balança, a mudança da sala de amostragem e a aquisição de *big bags* de alça verde, tiveram resultados satisfatórios e ocorreram dentro do prazo determinado. Com os resultados alcançados, a empresa aumentou em 3.280,384 toneladas a quantidade de açúcar estocado.

Diante dessas considerações, sabendo que o mercado sucroalcooleiro é sazonal e que a produção de açúcar é realizada somente durante a safra, a empresa em questão conseguiu desempenhar de forma eficiente sua armazenagem e terá vantagem competitiva durante a entressafra.

## REFERÊNCIAS

- BALLOU, R. H. **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 1993.
- \_\_\_\_\_. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BRAGA, L. M.; PIMENTA, C. M.; VIEIRA, J. G. V. **Gestão de armazenagem em um supermercado de pequeno porte**. Revista P&D em Engenharia de Produção, n.º 08 p. 57-77, 2008. Disponível em: <www.revista-ped.unifei.edu.br>. Acesso em: 13 mar. 2018.
- BULGACOV, S. **Manual de Gestão Empresarial**. São Paulo: Atlas, 2006.
- CAMPAROTTI, C. E. S., ROTTA, I. S.. **Análise da Armazenagem de uma Usina Sucroalcooleira com Proposição de Melhorias no Layout do Armazém**. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013.
- CASTRO, M. D. G. ; SOUZA, D. T. **Gestão da Armazenagem: Estudo dos Benefícios e Dificuldades no Setor Sucroalcooleiro**. X Congresso Nacional de Excelência em Gestão 08 e 09 de agosto de 2014.
- COLANGELO FILHO, L. **Implantação de sistemas ERP (Enterprise Resources Planning): um enfoque de longo prazo**. São Paulo, SP: Atlas, 2009
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/armazenagem/serie\\_historica\\_220102.xls](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/armazenagem/serie_historica_220102.xls)>. Acesso em: 18 de abril de 2018.
- COSTA, E. A., **Gestão estratégica, Da empresa que temos para a empresa que queremos**. 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2007. 424p
- DIAS, M. A. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. São Paulo: Atlas, 1993.
- \_\_\_\_\_. **Administração de Materiais. Edição Compacta**. São Paulo: Atlas, 1997.
- \_\_\_\_\_. **Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão**. São Paulo: Atlas, 2008.
- \_\_\_\_\_. **Logística, Transporte e Infraestrutura: Armazenagem, Operador Logístico, Gestão Via TI, Multimodal**. São Paulo: Atlas, 2012.
- DRESCH, A. Design Science e Design Science Research como Artefatos Metodológicos para Engenharia de Produção. **Dissertação** - Programa de pós-graduação em engenharia de produção e sistemas – UNISINOS. 2013.
- GONÇALVES, L. C. A. **A logística de distribuição e o serviço ao cliente: o caso da empresa jornalística O Globo**. Rio de Janeiro: Candido Mendes, 2007.
- HOFFMANN, Rodolfo. **Estatística para economistas**. São Paulo: Pioneira, 1980.
- KOHLHEPP Gerd. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos Avançados**, n. 24 v.68. 2010.
- MARTINS, P. G. ; ALT, P. R. C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2001.
- MORABITO, R.; IANNONI, A. P. **Logística Agroindustrial** (cap.4). In: BATALHA, M. O. Gestão Agroindustrial: GEPAI: Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais. São Paulo: Atlas, 2007.
- MONDO, N. Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. **Site do Estadão**. 2018. Disponível em: <<http://www.neomondo.org.br/2018/06/21/brasil-e-o-maior-produtor-mundial-de-cana-de-acucar/>>. Acesso em: 15 mar. 2018.
- MOURA, C. **Gestão de Estoques: Ação e monitoramento na cadeia de logística integrada**. Rio de Janeiro: Ed. Ciência Moderna Ltda. 2004.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.



RODRIGUES, A. M. **Estratégias de picking na armazenagem**. 1999. Disponível em: <<http://www.centrodelogistica.com.br/new/fs-busca.htm?fr-picking.htm>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

SILVA, G. J. **Quem precisa de uma estratégia de desenvolvimento**. Textos Para Discussão Nead, Campinas/SP, v. 2: 5-52. 2001.

SLACK, M.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2006.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.



# CAPÍTULO 4

## **PESQUISA EM MARKETING DO SEMEAD**

SEMEAD MARKETING RESEARCH

**Leandro Divino Miranda de Oliveira**  
**Jussara Goulart da Silva**  
**Sérgio Mendes Dutra**  
**Bárbara Adria Oliveira Farias Fernandes**  
**Larissa Costa Amuy**

## Resumo

O objetivo deste estudo foi descrever e analisar a produção científica da área de marketing no período de 2011 a 2016, representado pelos artigos científicos aprovados no Seminário de Administração, promovido pela Pós-Graduação em Administração da Universidade de São Paulo. No referencial teórico abordou-se a pesquisa de marketing, o estudo bibliométrico e o SEMEAD. Esse estudo é caracterizado como bibliométrico, exploratório e quantitativo. A primeira etapa foi compreendida por selecionar todos os artigos da área de marketing aprovados no SEMEAD dentro do período de 2011 a 2016. Foram analisados 387 artigos científicos. Foi possível concluir que a abordagem qualitativa é (44,96%), seguida da abordagem quantitativa (48,06%). Com relação aos procedimentos técnicos, percebeu-se que os procedimentos de survey e entrevistas foram os mais utilizados nas pesquisas de campo. Sendo possível fazer um estudo aprofundado com as análises dos artigos científicos, realçando os pontos de maior relevância, demonstrando desta forma a importância do estudo bibliométrico.

**Palavras-chaves:** SEMEAD; Estudo bibliométrico; Marketing.

## Abstract

The objective of this study was to describe and analyze the scientific production of the marketing area from 2011 to 2016, represented by the scientific articles approved at the Management Seminar promoted by the Graduate Program in Administration of the University of São Paulo. In the theoretical reference the marketing research, the bibliometric study and the SEMEAD were approached. This study is characterized as bibliometric, exploratory and quantitative. The first step was understood by selecting all marketing articles approved in SEMEAD within the period from 2011 to 2016. We analyzed 387 scientific articles. It was possible to conclude that the qualitative approach is (44.96%), followed by the quantitative approach (48.06%). With respect to technical procedures, it was noticed that the procedures of survey and interviews are the most used in the field research. It was possible to make an in-depth study with the analysis of the scientific articles, highlighting the most relevant points, thus demonstrating the importance of the bibliometric study.

**Keywords:** SEMEAD, Bibliometric study, Marketing.



# 1. INTRODUÇÃO

Atualmente a pesquisa de marketing vem se tornando um dos fatores mais importantes para realização de trabalhos científicos, refletindo informações precisas e sólidas, fazendo com que decisões sejam tomadas adequadamente. Kotler e Keller (2006), afirmam que o marketing envolve a identificação e a satisfação das necessidades humanas e sociais.

Segundo Malhotra (2006), pesquisa de marketing consiste na identificação, coleta, análise e disseminação de informações para aprimorar a tomada de decisões conexa com a identificação e solução de problemas e oportunidades em marketing. Tellis et al (1999), afirma que estudos que avaliam produção científica na área do marketing, têm mostrado uma importância maior em descrever o que já foi escrito e publicado, em vez de examinar antes e o que deveria ser publicado. Para Talukdar et al (2011), as análises bibliométricas no marketing, são usadas para salientar as produções institucionais e individuais.

Dessa forma o trabalho tem como objetivo descrever e analisar a produção científica da área de Marketing, no período de 2011 a 2016, representada pelos artigos científicos aprovados no Seminário de Administração, promovido pela Pós-Graduação em Administração da Universidade de São Paulo. Como objetivos específicos delinear-se os aspectos gerais da produção acadêmica nos anais do SEMEAD; identificando os principais autores, sua instituição de origem; os temas da área de marketing mais abordados, os métodos de pesquisa utilizados; a coleta de dados adotados e o tipo de amostra.

A justificativa deste trabalho está em nortear as futuras pesquisas na linha de marketing, realçando os pontos de pesquisa na área de marketing mais explorados. SEMEAD é um evento científico brasileiro que acontece todos os anos na USP, e seu desígnio principal é colaborar para o fortalecimento e o aprimoramento da produção e difusão do conhecimento voltado à comunidade acadêmica e profissional da área de administração.

Este assunto é de suma importância pois, fará com que conheçamos de forma mais detalhada cada artigo de marketing submetido no evento. O presente estudo está dividido em quatro seções, sendo esta a parte introdutória, a segunda a fundamentação teórica, seguida dos aspectos metodológicos, análise dos dados e a conclusão.



## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Pesquisa em marketing

As atividades relacionadas ao marketing representam o conjunto de procedimentos que fazem um processo de troca entre clientes, empresas e sociedade. A empresa cria, comunica, entrega e troca ofertas aos seus consumidores. Um dos objetivos é oferecer valor agregado ao produto ou serviço que está vendendo (AMA, 2008). Ainda, segundo a Associação Americana de Marketing, a pesquisa de marketing é a identificação, coleta, análise e disseminação sistemática e objetiva o uso de dados para ajudar na tomada de decisões.

A concepção da pesquisa é uma estrutura para a efetivação de projeto e de pesquisa de marketing. Nela são especificados os procedimentos e detalhes necessários para a obtenção de informações questionadas nos problemas de pesquisas. Sendo bem planejado a realização do projeto de marketing, se torna eficaz e eficiente (Malhotra, 2006).

Viera (2002) ressalta que perante o crescimento rápido de mercado, a pesquisa tem importância significativa dentro do marketing e do próprio mercado. Com isso, foram criadas várias empresas e organizações para a efetivação de pesquisas de marketing.

Segundo Malhotra (2006), essas pesquisas são utilizadas para decidir sobre duas questões, são elas: Identificar problemas e solucionar problemas. Em relação a identificação de problemas, avalia-se o ambiente e diagnostica os problemas. Busca saber o exato problema que o profissional de marketing está tendo. Já na questão da solução de problemas, esse problema já foi encontrado, e com isso se utiliza a pesquisa para resolver problemas específicos. Alguns tipos de pesquisa são: pesquisa de segmentação, pesquisa de produto, pesquisa de estabelecimentos de preços, pesquisa de comunicação e pesquisa de distribuição.

Malhotra (2011), define que o processo de pesquisa de marketing, tenha seis passos. Sendo eles:

- a) Etapa 1 – Definir o problema: essa primeira etapa do processo se caracteriza em uma pergunta que vai orientar todo o processo da pesquisa. É considerada a etapa mais importante, pois envolve diretamente todas as outras etapas posteriores.
- b) Etapa 2 – Desenvolver uma abordagem para o problema: após definirmos o problema de pesquisa, inicia-se a investigação de qual abordagem deve-se utilizar, definindo os modelos e teorias a serem utilizados. Nessa etapa, há o auxílio na elaboração das questões que se utilizara para fazer a pesquisa, operacionalizando as variáveis que serão pesquisadas.



- c) Etapa 3 – Formular o projeto de pesquisa: nessa etapa se escolhe o projeto adequado, que dê as informações necessárias para o processo de tomada de decisão. Essa etapa, está relacionada com as anteriores, vindo após a definição do problema e da abordagem. Com a definição do problema de pesquisa, se define os métodos de investigação, e suas formas de coleta de dados.
- d) Etapa 4 – Compreende em fazer o trabalho de campo e coletar os dados: nessa etapa, vai a campo aplicando determinado método escolhido. Pode se utilizar estudos quantitativos, em que as principais técnicas são os levantamentos, os experimentos e as observações e, também podem ser utilizados métodos qualitativos, em que as principais técnicas são: os grupos de foco, entrevistas em profundidade e as técnicas projetivas.
- e) Etapa 5 – Preparar a analisar os dados: nesta penúltima etapa, a técnica já foi aplicada, e já se tem os dados em mãos, restando apenas as análises, buscando desta forma atingir o objetivo geral da pesquisa.
- f) Etapa 6- Preparar e apresentar o relatório: nesta última etapa, os dados já foram analisados e, tem uma resposta em relação aos objetivos da pesquisa. É apresentado o relatório com as informações obtidas na pesquisa.

A crescente busca de compreender o consumidor os eventos na linha de marketing vem crescendo, buscando divulgar os impactos e as novas descobertas da área.

## 2.2 Estudo Bibliométrico

Macias-Chapula (1998), afirma que o estudo bibliométrico se atenta em relação a mensuração da produção, disseminações e utilização das informações registradas. Usualmente é compreendida como usando métodos quantitativos, como modelos estatísticos e modelos matemáticos, que sirvam para alcançar o objetivo pretendido e apoiar a tomada de decisão. Kobashi e Santos (2008), ressaltam que estudo bibliométrico busca conhecer o comportamento de uma propriedade respectiva a outra já conhecida. Em relação a artigos científicos, busca conhecer os autores que elaboraram algum estudo, os periódicos em que foram publicados, os autores referência a coleta de dados e métodos, entre outros.

Com todas essas análises pode-se identificar a quantidade de artigos publicados sobre um determinado tema, quantos foram publicados por determinado autor ou por uma Instituição de ensino. E por fim, cruzar essas propriedades, sempre com o intuito de conhecer detalhadamente o trabalho científico. Kobashi e Santos (2008) o estudo bibliométrico é um método de cadastro das atividades científicas e correlatas, com análise dos dados que proporcionem as mesmas características.



A bibliometria é compreendida como um conjunto de procedimentos de pesquisa em evolução contínua. Foi incrementado pela Biblioteconomia, pelas ciências da informação que usa análises quantitativas e estatísticas, visualização de dados, basicamente utilizado para esquematizar a estrutura do entendimento de um campo científico. Além disso, serve como um instrumento elementar para a apreciação do comportamento dos investigadores nas suas deliberações (Vanti, 2002, p.6).

Castro (2010) ressalta que existem métodos quantitativos que são usados para verificar e classificar o entendimento de produções científicas, e entre esses métodos existe a bibliometria. Ele ainda afirma que, existem vantagem nesse método, que consiste em abranger os elementos de avaliação e análises realizados por diversas pessoas. As publicações de artigos científicos se tornam conhecidas devido suas publicações em congressos, contribuindo para a elaboração de outros trabalhos científicos.

Leeds (2002) apud Penteado Filho et al. (2002) menciona que existem quatro etapas no tratamento automatizado dos dados, são eles: reconhecimento das necessidades de informação; preparação dos dados; o estudo bibliométrico e a análise dos resultados. Segundo o autor, a organização dos dados, estão relacionados a 60% no processo automatizado, 20% seria na identificação da imprescindibilidade de informação, 10% para análise bibliométrica e os outros 10% na análise dos resultados da bibliometria. Este documento está formatado de acordo com as regras definidas para o congresso, por isso pode e deve ser utilizado como modelo para a construção do artigo.

### **3. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 Caracterização da Pesquisa**

Esse estudo é caracterizado como um estudo bibliométrico, na qual são feitas análises que consistiu em descrever e analisar a área de Marketing no Evento Seminários em Administração – SEMEAD, no período compreendido entre 2011 e 2016. É um estudo exploratório, pois descreve características, auxiliando na exploração de contextos novos e que não foram investigados pelos pesquisadores. Malhotra (2001), afirma que os estudos exploratórios devem ser usados nos seguintes casos: colaboração na formulação de definição de um problema com mais exatidão; assimilação de cursos alternativos de ação; para o desenvolvimento de hipóteses de pesquisa; para tentar distanciar variáveis chaves de estudo e compreender relacionamentos adicionais; para conseguir percepções para fortalecer uma abordagem ao problema e para determinar prioridades para pesquisas adicionais.

Em estudos exploratórios, se faz necessário utilizar dados secundários, que consistem em informações já disponíveis para consulta do pesquisador, sendo encontradas com muita facilidade e com baixo custo. Em relação aos meios de investi-



gações, essa pesquisa se caracteriza como quantitativa. Segundo Malhotra (2011), a pesquisa quantitativa, procura quantificar dados analisando-os estatisticamente, pesquisando evidências indiscutíveis com base em grandes amostras representativas da população. Levantamentos, observações e experimentos, são as principais técnicas de coleta de dados desse tipo de pesquisa.

### 3.2 Coleta de Dados

A primeira etapa foi selecionar todos os artigos da área de marketing aprovados no SEMEAD, nos anos de 2011 a 2016. Após isso, se utilizando de planilhas do software Microsoft Excel, foram feitas as análises individuais dos artigos, começando pelos artigos aprovados no ano de 2011, e assim sucessivamente até o ano de 2016, totalizando 387 artigos científicos.

Em cada artigo foram observadas as seguintes variáveis: Ano da submissão do artigo e evento, título do artigo, autor principal, instituição do autor principal, quantidade de autores, método da pesquisa, coleta de dados, instrumento de coleta de dados, tipo de abordagem, perfil da amostra e técnica de análise de dados. Posteriormente as planilhas do software Excel com os dados dos artigos, foram lançados no Software SPSS versão 23.0, extraíndo os resultados.

Após isso foram feitas as análises dos resultados. Deve-se utilizar tamanho A4 (210x297 mm) e as margens (superior, inferior, esquerda e direita) devem ter 2,5cm. Solicitamos muita atenção com relação a esse aspecto, pois os artigos enviados com formato diferente prejudicam a padronização dos artigos publicados nos anais.

### 3.3 Análise dos dados

No quadro 1, na abordagem por ano dos artigos científicos analisados do período de 2011 a 2016, foram 387 artigos. Observa-se que nas abordagens qualitativas comparando as publicações de 2011 que foram 24, em relação às publicações da mesma abordagem em 2016 que foram 34, houve um aumento de 41,67%. Enquanto que no mesmo período as abordagens quantitativas analisadas em 2011 em relação a 2016 houve uma alavancagem de 62,96%.

Na análise total do período, as análises quantitativas equivalem a 48,06% das publicações, já as análises qualitativas representam 44,96%, enquanto as que apresentam ambas abordagens são 6,98%. Percebe-se o aumento das pesquisas quantitativas na linha de marketing.



QUADRO 1- Abordagem por ano.

<b>Abordagem</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>Total</b>
<b>Qualitativa</b>	24	26	27	34	29	34	174
<b>Quantitativa</b>	27	29	28	30	32	40	186
<b>Ambas</b>	0	5	5	6	4	7	27
<b>Total</b>	51	60	60	70	65	81	387

Fonte: Dados da Pesquisa.

No quadro 2, os resultados mostram os autores que mais publicaram entre os anos de 2011 a 2016, são eles: Marcelo de Rezende Pinto (1,3%), Alexandre Borba Salvador (1,0%), Fabiano Palhares Galão (1,0%), e Pedro Felipe da Costa Coelho (1,0%), Edson Roberto Scharf (0,8%), Izabelle Quezado (0,8%), Marconi Freitas da Costa (0,8%), Marcos Ferreira Santos (0,8%), Sergio Silva Dias, (0,8%), Sheila Farias Alves Garcia (0,8%) e Tais Pasquotto Andreoli (0,8%). Os demais publicaram de uma a duas vezes.

QUADRO 2- Autores do SEMEAD.

<b>Autores</b>	<b>Frequência</b>	<b>%</b>	<b>% Acumulada</b>
<b>Marcelo de Rezende Pinto</b>	5	1,3	1,3
<b>Alexandre Borba Salvador</b>	4	1,0	2,3
<b>Fabiano Palhares Galão</b>	4	1,0	3,4
<b>Fábio Francisco de Araújo</b>	4	1,0	4,4
<b>Pedro Felipe da Costa Coelho</b>	4	1,0	5,4
<b>Edson Roberto Scharf</b>	3	0,8	6,2
<b>Izabelle Quezado</b>	3	0,8	7,0
<b>Marconi Freitas-da-Costa</b>	3	0,8	7,8
<b>Marcos Ferreira Santos</b>	3	0,8	8,5
<b>Sergio Silva Dantas</b>	3	0,8	9,3
<b>Sheila Farias Alves Garcia</b>	3	0,8	10,1
<b>Taís Pasquotto Andreoli</b>	3	0,8	10,9
<b>Outros</b>	345	91,4	<b>100</b>
<b>Total</b>	<b>387</b>	<b>100</b>	

Fonte: Dados da Pesquisa.

Os resultados do quadro 3 mostram que dos 387 artigos científicos da área do marketing publicados entre os anos 2011 e 2016, 12,4% são de autores pertencentes a Universidade de São Paulo (USP). Em seguida a Universidade Nove de Julho (UNINOVE) com 6,2% dos artigos científicos e a Universidade Federal de Lavras (UFLA) com um total de 5,9% dos artigos. Os restantes das instituições apontam estarem abaixo dos 5% nas publicações de artigos entre esses períodos selecionados nas pesquisas.

QUADRO 3- Instituição de Ensino.

<b>Ordem</b>	<b>Instituição de Ensino</b>	<b>Nº de artigos</b>	<b>% Artigos</b>
1	Universidade de São Paulo	48	12,4
2	Universidade Nove de Julho	24	6,2
3	Universidade Federal de Lavras	23	5,9
4	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	16	4,1
5	Universidade Federal da Paraíba	15	3,9
6	Universidade Presbiteriana Mackenzie	14	3,6
7	Universidade Federal de Uberlândia	13	3,4
8	Escola Superior de Propaganda e Marketing	11	2,8
9	Universidade Federal de Santa Maria	11	2,8
10	Universidade Municipal de São Caetano do Sul	9	2,3
11	Universidade Estadual do Ceará	8	2,1
12	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	8	2,1
13	Universidade Regional de Blumenau	7	1,8
14	Universidade Federal de Pernambuco	6	1,6
15	Universidade FUMEC	6	1,6
16	Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul	6	1,6
17	Pontifícia Universidade Católica do Paraná	5	1,3
18	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	5	1,3
19	Universidade de Brasília	5	1,3
20	Universidade Federal do Ceará	5	1,3
21	Universidade de Fortaleza	4	1
22	Universidade do Vale do Itajaí	4	1
23	Universidade Estadual da Paraíba	4	1
24	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	4	1
25	Universidade Federal de Minas Gerais	4	1
26	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	4	1
27	Universidade Norte do Paraná	4	1
28	FUCAPE Business School	3	0,8
29	Universidade Federal de Goiás	3	0,8
30	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	3	0,8
31	Universidade Federal de Santa Catarina	3	0,8
32	Centro Universitário Christus	2	0,5
33	Centro Universitário da FEI	2	0,5
34	Faculdade Novos Horizontes	2	0,5
35	Fundação Getúlio Vargas	2	0,5
36	Universidade Católica de Brasília	2	0,5
37	Universidade de Santa Cruz do Sul	2	0,5
38	Universidade do Sul de Santa Catarina	2	0,5

<b>39</b>	Universidade Estácio de Sá	2	0,5
<b>41</b>	Universidade Federal da Bahia	2	0,5
<b>41</b>	Universidade Federal de São Carlos	2	0,5
<b>42</b>	Universidade Federal de Viçosa	2	0,5
<b>43</b>	Universidade Federal do Espírito Santo	2	0,5
<b>44</b>	Universidade Federal do Piauí	2	0,5
<b>45</b>	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	2	0,5
<b>46</b>	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	2	0,5
<b>47</b>	Universidade Regional de Blumenau	2	0,5
<b>48</b>	Universidade Severino Sombra	2	0,5
<b>49</b>	Outras	68	17,5
	<b>Total</b>	<b>387</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da Pesquisa.

No quadro 4, estão descritos os procedimentos técnicos dos artigos científicos do período de 2011 e 2016. Dos 387 artigos analisados, 73,64% foram realizados por meio do levantamento de campo (pesquisa survey ou entrevistas), 9,56% por meio de pesquisas bibliográficas ou bibliométricas, 6,71% foram estudos de caso, 5,95% por meio de pesquisa documental, 2,84% pesquisa experimental e 1,30% por meio da etnografia.

QUADRO 4- Procedimentos Técnicos.

<b>Procedimentos Técnicos</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<b>Levantamento de Campo</b>	39	40	41	53	47	65	285	73,64
<b>Pesquisa Bibliográfica/ Bibliométrica</b>	3	9	4	5	8	8	37	9,56
<b>Estudo de Caso</b>	4	6	9	3	3	1	26	6,71
<b>Pesquisa Documental</b>	4	5	3	4	4	3	23	5,95
<b>Pesquisa Experimental</b>	0	0	3	5	1	2	11	2,84
<b>Pesquisa etnográfica</b>	1	0	0	0	2	2	5	1,30
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	<b>81</b>	<b>387</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da Pesquisa.

Observa-se no quadro 5, os tipos de amostra mais adotados nas pesquisas, tendo destaque a amostra com consumidores com 43,66%, seguida pela amostra

de estudantes, sendo estes universitários/ensino médio/ensino fundamental, com 25,32%. A base de dados secundárias apresenta 20,41%, as empresas 5,95%, Internauta, por meio de sites e rede social, com 2,59% e especialistas da área 2,06%

QUADRO 5- Tipo de amostra.

<b>Tipo de Amostra</b>	<b>Frequência</b>	<b>%</b>
<b>Consumidores</b>	169	43,66
<b>Estudantes (Universitários/ Ensino Médio/Ensino Fundamental)</b>	98	25,32
<b>Base de Dados Secundárias</b>	79	20,41
<b>Empresas</b>	23	5,95
<b>Internautas (sites e rede social)</b>	10	2,59
<b>Especialistas da área</b>	8	2,06
<b>Total</b>	<b>387</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Dados da Pesquisa.

Na análise do quadro 6 os artigos publicados entre 2 a 4 autores representam 84,6% das publicações. Sendo 34,1% apresentando 3 autores, 26,1% contendo 2 autores e 24,5% com 4 Dados da Pesquisa.

QUADRO 6- Quantidade de Dados da Pesquisa.

<b>Quantidade de autores</b>	<b>Frequência</b>	<b>%</b>
<b>3</b>	132	34,1
<b>2</b>	101	26,1
<b>4</b>	95	24,5
<b>5</b>	36	9,3
<b>1</b>	23	5,9
<b>Total</b>	<b>387</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da Pesquisa.

O quadro 7 apresenta os dados com a frequência e o percentual de cada método de pesquisa. O mais utilizado nos artigos com 45,5% foi a exploratória, seguida pela descritiva com 37,3%. As que utilizaram tanto o método exploratório quanto descritivo somam 14,2%, enquanto o método causal utilizou 2,1%, e um pequeno percentual adotou o método da pesquisa explicativa representando 0,8%



do total.

QUADRO 7- Método da pesquisa.

<b>Método</b>	<b>Frequência</b>	<b>%</b>	<b>% acum.</b>
<b>Exploratória</b>	176	45,5	45,5
<b>Descritiva</b>	145	37,5	82,9
<b>Ambas</b>	55	14,2	97,1
<b>Causal</b>	8	2,1	99,2
<b>Explicativa</b>	3	0,8	<b>100</b>
<b>Total</b>	<b>387</b>	<b>100</b>	

Fonte: Dados da Pesquisa.

Em relação aos instrumentos de coleta de dados, podemos observar que 64,9 % dos artigos foram realizados a partir de dados primários, com uma frequência de 251 artigos científicos aprovados na área do marketing entre os anos de 2011 a 2016. Em segundo lugar aparecem os artigos feitos com a coleta de dados secundários com 23,8 %. A frequência de artigos que utilizaram ambos instrumentos, isto é, mais de um instrumento de coleta dos dados, são 44 artigos científicos (11,4%).

QUADRO 8 – Tipo de dados.

<b>Tipos de Dados</b>	<b>Frequência</b>	<b>%</b>	<b>% acumulada</b>
<b>Primários</b>	251	64,9	64,9
<b>Secundários</b>	92	23,8	88,7
<b>Ambos</b>	44	11,4	<b>100</b>
<b>Total</b>		<b>100</b>	

Fonte: Dados da Pesquisa.

No total, na análise dos trabalhos dos Anais do Semead na área de Marketing, existem 577 menções aos tipos de técnicas de análise de dados empregadas (Quadro 9). Nas pesquisas qualitativas, as técnicas de análise de dados mais utilizadas são as análises de conteúdo (n=125; 21,7%), a análise documental (n=4; 0,7%), e a análise do discurso (n=12; 2,1). Já nas pesquisas quantitativas, a estatística descritiva (n=146; 25,3%), análise fatorial exploratória (n=60; 10,4%), regressões (n=33; 5,7%), análise fatorial confirmatória (n=29; 5%), ANOVA (n=37; 6,4%) foram as técnicas de análise de dados preferidas.

QUADRO 9: Técnica de análise de dados.

<b>Técnica de Análise de Dados</b>	<b>Frequência</b>	<b>Porcentagem</b>	<b>Porcentagem cumulativa</b>
Estatística Descritiva	146	25,3	25,3
Análise de Conteúdo	125	21,7	47,0
Análise fatorial Exploratória	60	10,4	57,4
Regressão	33	5,7	63,1
Análise Fatorial Confirmatória	29	5,0	68,1
ANOVA	37	6,4	74,5
Análise Bibliométrica	21	3,6	78,10
Análise de Cluster	27	4,7	82,8
Análise Bibliográfica	15	2,6	85,4
Outros métodos	26	4,5	89,9
Modelagem de Equações Estruturais	14	2,4	92,30
Análise de Discurso	12	2,1	94,4
Entrevista em profundidade	9	1,6	96,0
Análise Discriminante	5	0,9	96,9
Análise Documental	4	0,7	97,6
Análise de Correspondência	4	0,7	98,3
Técnica Projetiva	4	0,7	99,0
Análise documental	3	0,5	99,5
Etnografia	3	0,5	100,0
<b>Total</b>	<b>577</b>	<b>100,0</b>	

Fonte: Dados da Pesquisa.



## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve o intuito de descrever e analisar a produção científica da área de Marketing compreendendo o período de 2011 a 2016, através dos artigos científicos aprovados no Seminário de Administração, promovido pela área de Pós-Graduação em Administração da Universidade de São Paulo. Foi possível concluir com o presente estudo identificar significativo crescimento dos métodos de abordagem qualitativa e quantitativa do período de 2011 comparando com o período de 2016, sendo nas abordagens houve um aumento de 41,67%, e nas abordagens quantitativas de 62,96%.

As principais Universidades que submeteram artigos no período analisado para o SEMEAD foram: 12,4% da Universidade de São Paulo (USP), 6,2% são da Universidade Nove de Julho (UNINOVE) e 5,9% da Universidade Federal de Lavras. As duas primeiras universidades estão localizadas em São Paulo.

Em relação aos procedimentos técnicos, concluiu-se que houve mais artigos científicos com os procedimentos de survey e entrevistas, que representam 73,64% do total, 9,56% se deu meio de pesquisas bibliográficas ou bibliométricas, 6,71% foram estudos de caso, 5,95% por meio de pesquisa documental, 2,84% pesquisa experimental e 1,30% por meio da etnografia. O que explica melhor a abordagem quantitativa ser a mais utilizada.

As técnicas de análise de dados mais utilizadas foram a análise de conteúdo (n=125; 21,7%), a análise documental (n=4; 0,7%) e a análise do discurso (n=12; 2,1). Já nas pesquisas quantitativas, a estatística descritiva (n=146; 25,3%), análise fatorial exploratória (n=60; 10,4%), regressões (n=33; 5,7%), análise fatorial confirmatória (n=29; 5%), ANOVA (n=37; 6,4%) foram as técnicas de análise de dados preferidas. Neste período as pesquisas qualitativas foram as que mais apontaram estarem em desenvolvimento, explicando as técnicas de análise de conteúdo, documental e de discurso estarem como as mais empregadas.

De acordo com as análises pode-se perceber que em relação a amostra utilizada nos anos de 2011 a 2016, os consumidores foram maioria 43,66%, seguido pela amostra de estudantes. A base de dados secundárias também tem destaque com 20,41%, as empresas 5,95%, Internauta, por meio de sites e redes sociais, com 2,59% e especialistas da área 2,06%.

Foi possível fazer um estudo aprofundando com as análises dos artigos científicos, realçando os pontos de maior relevância, evidenciando desta forma a importância do estudo bibliométrico. As técnicas bibliométricas colaboram no processo de análise de produção científica, extraindo informações e colaborando para melhorias na área acadêmica.

Para trabalhos futuros, sugere-se realizar estudos como esse, em outras áreas, como por exemplo: administração pública, empreendedorismo, ensino e pesquisa



em administração, estratégia em organizações, estudos organizacionais, finanças, gestão da inovação, gestão de pessoas, gestão sócio ambiental, operações, tecnologia da informação ou tecnológica.

## REFERÊNCIAS

CASTRO, F. G. et al. A Methodology for conducting integrative mixed methods research and data analyses. *Journal of Mixed Methods Research*, v. 4, n. 4, p. 342-360, 2010.

KOBASHI, N. Y. e SANTOS, R. N. M. (2008). Arqueologia do trabalho imaterial: uma aplicação bibliométria à análise de dissertações e teses. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, São Paulo, SP, Brasil, 7.

KOTLER, P e KELLER, K. L. (2006) *Administração de Marketing*. (12a ed.). São Paulo: Pearson Prentice Hall.

MACIAS-CHAPULA, C. A. (1998). O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. *Ciência da Informação* (Vol.27, n.2, p.134-140, maio/ago.), Brasília.

MALHOTRA, N. K. (2001) *Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada*. (3a ed.). Porto Alegre: Bookman.

MALHOTRA, N. (2011) *Pesquisa de marketing: foco na decisão*. (3a ed.). São Paulo: Pearson Prentice Hall.

MALHOTRA, N. (2006) *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. (4a ed.). Porto Alegre: Artmed.

PENTEADO F. e Roberto de C. (2002). Aplicação da bibliometria na construção de indicadores sobre a produção científica da Embrapa. WORKSHOP BRASILEIRO DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA E DESTÃO DO CONHECIMENTO, CONGRESSO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GESTÃO DO CONHECIMENTO, São Paulo, SP, Brasil, 1.

TALUKDAR, D; HARIHARAN, V. G; BOO, C. (2011). Empirical regularity in academic research productivity patterns. *Marketing. International Journal of Research in Marketing* (Vol.28, n.3, p. 248-257).

TELLIS, G. J , CHANDY, R. K e ACKERMAN, D. S. (1999). search of diversity: the record of major Marketing journals. *Journal of Marketing Research* (Vol.36, n.1, p.120-131).

VANTI, N. (2002). Da bibliometria à webmetria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da Informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da Informação* (Vol.31, n.2, p.152-162, maio/ago.)

VIEIRA, V. A. (2002) As tipologias, variações e características da pesquisa de marketing. *Revista da FAE*, Curitiba.



## CAPÍTULO 5

# **MAPEAMENTO DO FLUXO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE MICROFUSÃO, VISANDO OTIMIZAR O TEMPO DE ENTREGA**

PRODUCTION PROCESS FLOW MAPPING OF AN INVESTMENT CASTING  
INDUSTRY SEARCHING A DELIVERY TIME OPTIMIZATION

**Leticia Silveira de Matos**

**Valnei Carlos Denardin**

**Ana Regina de Aguiar Dutra**

**Paulo Roberto May**

**José Roberto de Barros Filho**

## Resumo

Este trabalho consiste em um estudo de caso realizado para avaliar o alto índice de atrasos nas entregas dos lotes de peças de uma indústria de microfundição. Em uma análise preliminar percebeu-se que um dos problemas que afeta a empresa está associado à falta de conhecimento dos tempos de produção nos processos da mesma. Foram mapeados os fluxos de produção, objetivando a identificação de pontos críticos para melhoria dos tempos de entrega. Técnicas de aprendizado de máquina e ferramentas de classificação ABC foram utilizadas, visando a comparação de dados de faturamento, tempos de processo de injeção, e aprovação de peças na empresa do ramo de fundição de precisão. Através da classificação ABC, foi notado que 3,88% de seus itens respondem por 50,33% do faturamento da empresa. Na análise dos tempos de produção da etapa de injeção, os resultados apontaram que apenas o primeiro item, equivale a mais de 23% de todo o comprometimento do faturamento relacionado ao processo de injeção, pelo coeficiente de variação dos tempos. Analisou-se o comprometimento da aprovação de peças, onde foi calculado o índice aprovação de peças, o coeficiente de aprovação e a relação de comprometimento do faturamento de cada código. Nessa análise, constatou-se que o coeficiente de variação é alto, justificando apenas os três primeiros códigos, 20% do comprometimento do faturamento na etapa de injeção. Conclui-se que é possível realizar melhorias no setor de injeção, ajustando os tempos de entrega dos produtos, assim como reduzir os custos e melhorar a percepção do cliente quanto a imagem da empresa.

**Palavras-chaves:** Curva ABC. Aprendizado de Máquina. Processo de Produção. Fundição de Precisão.

## Abstract

This work consists of a case study done to rate the high amount of delays in the deliveries of part batches of a investment casting industry. In a preliminary analysis it was noticed that one of the problems affecting the company is associated to the lack of knowledge on production times. Product flow data was mapped, aiming the identification of critical points for the improvement of delivery times. Overall equipment effectiveness and ABC analysis were utilized, aiming for the comparission of revenue data, injection process times, and approval of manufactured parts of the investment casting company. Through the ABC analysis, it was reported that 3,88% of its items answered for 50,33% of the company's revenue. In the production time analysis of the injection stage, the results pointed that only the first item equals to more than 23% of all the revenue commitment related on the injection process, with the time variation coefficient. Parts approval commitment was analysed, in which the piece index approval was calculated, the approval coefficient and the revenue commitment relation of each code. In this analysis it was found that the variation coefficient is high, justifying only the three first codes, 20% of the revenue commitment of the injection stage. It is concluded then that it is possible to accomplish improvements in the injection sector, adjusting product delivery times, as well as reduce costs and better the client's perception to the company.

**Keywords:** ABC Curve. OEE. Production Process. Investment casting.



## 1. INTRODUÇÃO

O setor de fundição de precisão no Brasil apresentou crescimento nos últimos 10 anos, praticamente triplicando o número de empresas e conta atualmente com aproximadamente 30 empresas, localizadas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Em 2018, o Brasil produziu entre 8 a 9 mil toneladas de peças fundidas por fundição de precisão, versus 3,5 milhões de toneladas de produtos fundidos. Os dados estatísticos mundiais a respeito das indústrias de fundição de precisão são positivos e mostram a importância do investimento em tecnologia como diferencial dos países que têm se destacado em componentes microfundidos (ABIFA, 2019).

Para se alcançar o sucesso e obter um processo JIT, segundo Liker (2005) algumas ferramentas são comuns a todos os tipos de empresa, como o programa 5S; a melhoria contínua na busca da simplificação das atividades; o balanceamento da produção para que se alcance o fluxo contínuo de materiais; mudanças de leiaute; criação de “supermercados” de material em processo em diferentes locais, visando à redução de inventários.

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma empresa através de um estudo de caso com o objetivo de mapear o fluxo dos processos de produção, visando a identificação dos gargalos e otimização do tempo de entrega. Efetuar o levantamento dos processos de produção, classificar os processos pelo princípio de Pareto, identificar os gargalos dos processos de produção e obter indicadores de produção, seu campo de atuação é na área de microfundição com precisão. O maior problema relatado teve como enfoque o alto índice de atraso de entregas dos lotes de produtos para os clientes, onde há a falta de conhecimento dos tempos de produção nos processos, padronização do trabalho, definição das capacidades e de gerenciamento dos pedidos, definidos como gargalos da empresa. Busca-se com a aplicação de ferramentas da qualidade e adequação ao sistema Toyota de produção, reduzir as falhas no processo e ajustar o tempo de entrega dos produtos.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Sistema Toyota de Produção

A referência internacional em produção enxuta é a montadora de automóveis Toyota, que criou o seu próprio sistema de produção. Esse sistema de produção levou a empresa a resultados muito superiores aos obtidos pelas montadoras norte-americanas e européias, que adotavam naquela época o tradicional sistema de produção em massa (MARTINS, 2015).



O termo “enxuta”, do inglês “lean”, foi definido por John Krafcik, do Massachusetts Institute of Technology, em meados de 1980, para descrever as técnicas do sistema de produção, o sistema de trabalho e a política de recursos humanos do STP (WOMACK, 2006).

## 2.2 Mapeamento do Fluxo de Valor

O mapeamento de processos serve para identificar os processos de produção de um determinado produto, seus tempos de ciclo, atravessamento e de espera entre os processos. Ele determina quais são os gargalos, os processos que necessitam de melhorias e ajustes, os pontos mais importantes e maior grau de complexidade de produção.

Para fazer um mapeamento de processos é necessário calcular o tempo de atravessamento de ciclo e trabalho em processo. Slack (2009) descreve que o conteúdo de trabalho é o volume total de trabalho necessário para produzir uma unidade de recurso de saída, e o tempo de atravessamento é o tempo necessário para mover uma unidade de recurso por todo o processo. O tempo de ciclo é o tempo médio entre unidades de recursos de saída emergindo do processo, e o trabalho em processo é o número de unidades de saída sendo executadas no processo.

## 2.3 Gestão da Qualidade

Para Campos (2013), “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente”.

## 2.4 Ferramentas da Qualidade

### 2.4.1 Classificação ABC

Segundo Oliveira (2011) a curva ABC é uma ferramenta gerencial que permite identificar quais itens requerem atenção e tratamento adequados quanto à sua importância e assim utilizando a regra 80 - 20, onde como exemplo, 80% dos recursos advém de 20% dos produtos manufaturados.

Como resultado de uma típica classificação ABC surgirão grupos divididos em três classes, como segue:



- Classe A: Grupo de itens mais importantes que devem ser tratados com uma atenção bem especial pela administração.
- Classe B: Grupo de itens em situação intermediária entre as classes A e C.
- Classe C: Grupo de itens menos importantes que justificam pouca atenção por parte da administração (DIAS, 2012, p.73).

### 2.4.2 Ciclo PDCA

Segundo Antunes (1999, apud Anjos et al, 2012, pg 76), o ciclo PDCA tem por princípio tornar mais claras e ágeis as etapas no processo de gerenciamento, as quais são assim divididas:

- PLAN - Etapa que tem por objetivo, identificar oportunidades ou problemas, analisar os fenômenos e causas reais;
- DO - Realizar ou executar as ações propostas na etapa anterior;
- CHECK – É o momento em que são realizadas as avaliações, o monitoramento e o controle das ações que estão sendo executadas;
- ACT - São realizadas as ações sobre os resultados apresentados.

### 2.4.3 Overall Equipment Effectiveness - OEE

A competência de utilizar de modo mais eficaz a capacidade de produção aumentando a disponibilidade da produção permite maior flexibilidade de volume e assim atender a demanda dos clientes que exigem cada vez mais variedade de produtos. Portanto, quanto maior a capacidade disponível, maior será a possibilidade de produção e então de entregar produtos ao mercado. (Busso C., 2012, p. 14)

De acordo com Martins (2015) outra observação importante é sua sensibilidade a cada um dos três índices que a compõem. Qualquer deslize em um deles tem um efeito devastador no resultado, já que será menor que o menor dos índices.

## 2.5 Processo Produtivo

De acordo com (SLACK, 2009) todas as operações produzem produtos e serviços através da transformação de *input* em *output*, o que é chamado de processo de transformação. No processo, segundo o autor, existem todas as quatro dimensões (volume, variedade, variação e visibilidade) que possuem implicações para o custo de criação de produtos e serviços. De forma simples, alto volume, baixa variedade, baixa variação e baixa visibilidade com o consumidor, todos ajudam a manter os custos de processamento baixos.

## 2.6 Arranjo Físico e Fluxo do Processo

O arranjo físico de uma operação segundo Slack (2009) é como os seus recursos transformadores são posicionados e como as várias tarefas da operação serão alocadas a esses recursos. A partir dessas duas decisões, o padrão do fluxo dos recursos transformadores irá se formar, à medida que eles progredem pela operação ou processo. O projeto de uma mudança de layout deve iniciar-se com a avaliação extensiva dos objetivos que o arranjo físico que alcançar. Ainda o autor enfatiza que é apenas o ponto de partida de um processo de múltiplos estágios para chegar ao arranjo físico final.

## 2.7 Método Kanban

Kanban de acordo com Aguiar (2007) em japonês significa “cartão”. Este nome surgiu em razão do sistema de controle visual dos estoques de materiais, que frequentemente são utilizados cartões para representar os contentores cheios ou vazios, estes cartões são retirados ou colocados em um quadro à medida que o material é utilizado ou repostado.

Segundo Ohno (1997) o método de operação do Sistema Toyota de Produção é o Kanban, sendo o mais comum um pedaço de papel dentro de um envelope de vinil retangular. Sua utilização na fábrica da Toyota iniciou com pedaços de papel listando o número do componente de uma peça e outras informações relacionadas com o trabalho de usinagem. Sua utilização trouxe o sentimento de que se fosse usado habilidosamente, todos os movimentos na fábrica poderiam ser unificados ou sistematizados.

## 2.8 Machine Learning



O conceito de aprendizagem de máquina é definido como: "O aprendizado de máquina é um método de análise de dados que automatiza a construção de modelos analíticos. É um ramo da inteligência artificial baseado na ideia de que sistemas podem aprender com dados, identificar padrões e tomar decisões". (SAS, 2018)

Segundo Sanches (2003) o aprendizado de máquina pode ser caracterizado como aprendizado supervisionado e não supervisionado. Se os dados nas bases de dados estejam rotulados com sua classe correspondente, pode-se utilizar algoritmos de aprendizado supervisionado, os quais induzem padrões a partir dos dados.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi desenvolvida através de um estudo de caso observado em uma empresa que atua no ramo de fundição de precisão. A empresa contava com cerca de 323 funcionários, uma sede de produção e administração, tendo clientes de diversos setores, sendo os principais o setor agrícola, automobilístico e armamentista.

Seu processo é delimitado pelos setores de injeção, revestimento, fundição, acabamento e usinagem. O setor selecionado para análise, foi na etapa de injeção do setor de injeção.

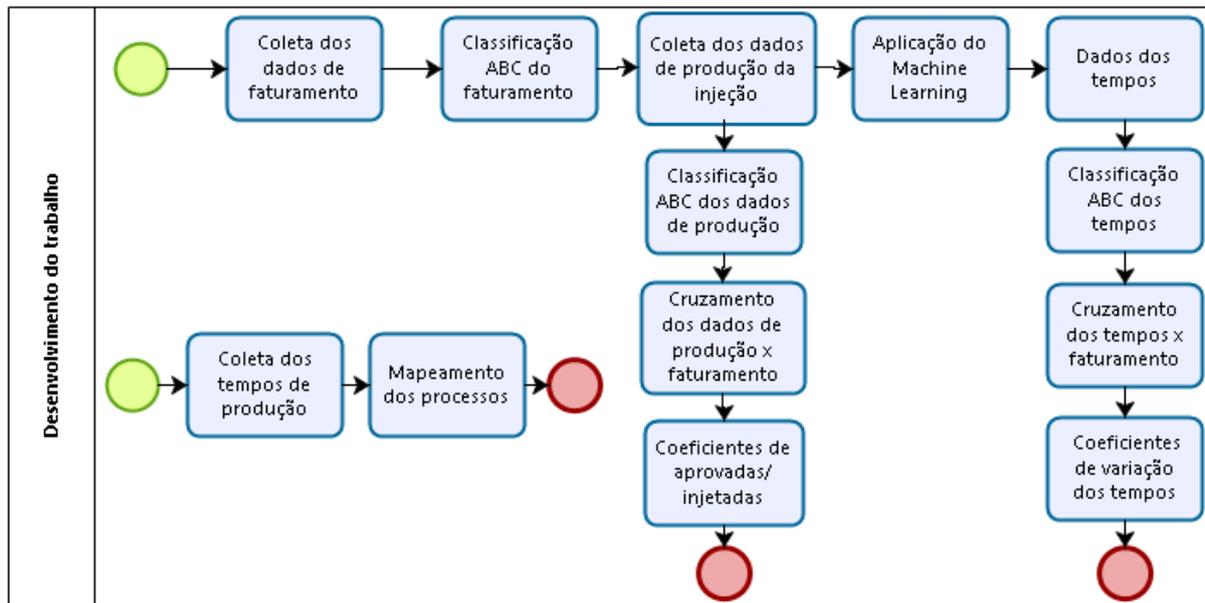
Quanto a coleta de dados a abordagem foi quantitativa nas análises de tempo e faturamento. Entretanto, também é classificada como qualitativa, pois tratou dados não quantificáveis, ou seja, dados subjetivos, como na determinação de aprovação de peças. Os dados qualitativos de aprovação foram quantificados a partir de um índice, que é a razão entre a quantidade de peças aprovadas pela quantidade de peças produzidas.

A forma de coleta de dados estabeleceu-se através de relatório de vendas e de amostras retiradas da produção, que compõe cada turno por lote de produção, discretizados por etapas do processo.

A amostragem composta pelos dados da população de acordo com as vendas de abril a setembro de 2017, sendo que os valores foram multiplicados por um fator para não citar os dados reais produzidos pela empresa, apenas mantendo a proporcionalidade.

A seguir na figura 1 serão demonstradas todas as etapas de construção e do desenvolvimento metodológico da pesquisa.

FIGURA1- Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelos autores, (2018).

## 4. COLETA DE DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com o objetivo de entender quais são os produtos que devem receber prioridades por ter maior participação no faturamento da empresa em relação a etapa do processo, injeção, três vertentes de análises foram tomadas e posteriormente serão cruzadas:

Analisando unicamente a influência econômica, segregando os códigos que mais geraram faturamento para a empresa pela etapa de injeção no período. A outra classificando os códigos por seu comprometimento financeiro de acordo com o coeficiente de variação do tempo de produção da etapa de injeção.

Por fim foram analisados os códigos por seu comprometimento financeiro a partir dos coeficientes de variação dos índices de aprovação de peças.

A vertente que analisa os códigos por seu comprometimento financeiro de acordo com o coeficiente de variação do tempo de produção da etapa de injeção disporá de forma decrescente o comprometimento financeiro do período que é resultado da multiplicação entre o coeficiente de variação dos tempos e o faturamento para o código fictício.

Assim, mostraremos valores quantitativos referentes às divergências do processo de produção da injeção, onde esses dados são ordenados de forma a esclarecer os códigos mais críticos em relação a sua variabilidade e faturamento, com maior desperdícios de processamento, transporte, entre outros, ou ainda, por não possuírem um processo padrão de operação.

Na análise que foram relacionados os códigos por seu comprometimento financeiro a partir dos coeficientes de variação dos índices de aprovação de peças, foi calculada a razão entre as peças aprovadas e injetadas para obter o índice de aprovação, e a partir desse índice observamos em ambos, o desvio padrão e a média cuja a razão define os coeficientes de variação. Os dados foram organizados em ordem decrescente de comprometimento, que é o produto entre o coeficiente de variação e o faturamento no período.

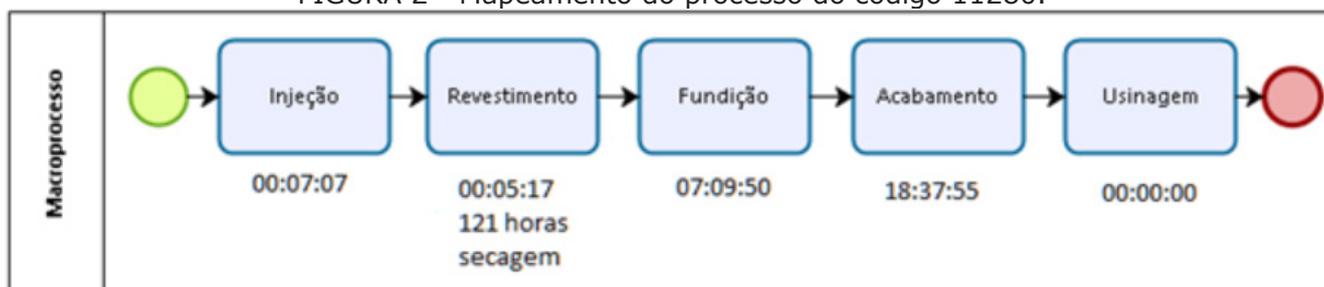
Diante desse cenário, realizar um mapeamento de todo o processo, é uma etapa indispensável, antes de desenvolver melhorias realmente efetivas.

Assim, foram elaborados os mapeamentos do processo de dois códigos apresentados na classe A da curva ABC mostrados no quadro 1.

Os códigos escolhidos foram o 11280 e 1383 que estão em primeira e segunda posição na classe A pela curva ABC do faturamento. O mapeamento do código 11280 está demonstrado na figura 2 e do código 1383 na figura 3. Os mapeamentos foram realizados levando em consideração os macroprocessos existente no processo produtivo da empresa, não foram considerados os tempos entre processos e tempos de espera, foram levantados os tempos exatos onde continuam processos feitos por operadores e máquinas e em especial no setor revestimento, no tempo de secagem entre os banhos nos cachos, esses tempos foram coletados por cronômetro em todos os processos da empresa.

A seguir podemos observar na figura 2 o mapeamento do processo, com seus tempos, para um código de item de produção.

FIGURA 2 - Mapeamento do processo do código 11280.



Fonte: Elaborado pelos autores, (2018).

Em seguida na figura 3 apresenta-se o segundo mapeamento de item com a descrição dos seus tempos de processo.

FIGURA 3 - Mapeamento do processo do código 1383.



Fonte: Elaborado pelos autores, (2018).

Aplicando o princípio de Pareto aos processos de produção, o setor de revestimento lidera em tempo de atravessamento do processo em relação aos outros. Isso se deve ao longo processo de banhar o cacho e necessitar repouso para secar a lama depositada por 4, 6, 8 ou 72 horas dependendo do banho, e isso sucessivamente até finalizar a quantidade de banhos estipulada. Por necessitar de estudos mais aprofundados, esse trabalho não pode afirmar que é possível a diminuição do tempo total de atravessamento desse processo, por necessitar de estudos de materiais e comprometimento da qualidade das peças em relação ao tempo de seca.

#### 4.1 Tratamento de dados do faturamento de vendas por código de peça de acordo com a classificação ABC na relação 50/30/20 do seu faturamento

Um quadro com os dados de código da peça, quantidade vendida e valor total da venda foi elaborado. A partir dessas informações foi calculado o faturamento absoluto e relativo e posterior o faturamento acumulado. Realizou-se o ordenamento dos dados decrescente do faturamento, para obter a classificação ABC dos códigos. Dessa forma, obteve-se a relação do faturamento acumulado do valor aqui representado dos primeiros 50% do faturamento total, ou seja, a classe A, da curva ABC, demonstrado no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Classificação ABC dos códigos pelo faturamento.

<b>Código</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor Relativo</b>	<b>Valor Acumulado</b>
11280	\$1.942.101,39	8.40%	8.40%
1383	\$11.34.777,60	4.91%	13.31%
11016	\$681.602,38	2.95%	16.25%
9993	\$652.675,10	2.82%	19.08%
10932	\$633.407,50	2.74%	21.82%
7056	\$504.980,19	2.18%	24.00%
9267	\$491.354,71	2.12%	26.12%
11367	\$457.380,00	1.98%	28.10%
10659	\$422.996,16	1.83%	29.93%
11154	\$370.896,24	1.60%	31.54%
10935	\$302.069,53	1.31%	32.84%
11286	\$294.732,44	1.27%	34.12%
11283	\$290.710,04	1.26%	35.37%
6957	\$281.337,41	1.22%	36.59%
11289	\$277.891,24	1.20%	37.79%
8598	\$249.177,72	1.08%	38.87%
11145	\$197.123,96	0.85%	39.72%
10962	\$196.653,60	0.85%	40.57%
11466	\$190.711,62	0.82%	41.40%

11106	\$190.376,03	0.82%	42.22%
11274	\$169.681,93	0.73%	42.96%
9966	\$169.636,50	0.73%	43.69%
11277	\$165.101,48	0.71%	44.40%
8952	\$164.988,16	0.71%	45.12%
11469	\$164.942,32	0.71%	45.83%
6633	\$164.015,28	0.71%	46.54%
7848	\$156.007,28	0.67%	47.21%
9654	\$149.929,93	0.65%	47.86%
9939	\$145,623,65	0.63%	48.49%
9270	\$145.549,25	0.63%	49.12%
10725	\$141.098,10	0.61%	49.73%
10938	\$138.589,00	0.60%	50.33%

Fonte: Elaborado pelos autores, (2018).

Analisando somente a Classe A, observamos que existem 32 códigos, totalizando 50,33% do faturamento total dos meses de abril a setembro de 2017.

Os códigos comparados ao faturamento observado do período são importantes porque demonstram de forma direta quanto algumas peças influenciam mais o faturamento.

Em números, estas peças que compõem a classe A de Pareto, representando 50,33% de todo o faturamento, equivalem a apenas 3,88% dos códigos totais vendidos, demonstrando o quanto são importantes e que sem uma melhor análise, muitas vezes são deixadas de lado por parecerem não importantes ao processo, não recebendo a devida preocupação e tempo dedicado a melhorar seu processo produtivo. Resolver defeitos no molde, temperatura adequada, disposição das peças na composição do cacho montado, são os principais problemas encontrados nestes processos, enfim, analisar de acordo com o faturamento obtido deixa claro quais realmente são as peças que devem receber atenção, pois compõem o maior resultado financeiro da empresa.

## 4.2 Tratamento de dados dos tempos de produção

Os dados sobre tempo de produção foram tratados e estão representados como pode ser observado no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Análise dos dados de tempos de produção versus faturamento.

<b>Código</b>	<b>Valor</b>	<b>Coefficiente de Variação</b>	<b>Comprometimento Relativo</b>	<b>Comprometimento Relativo Acumulado</b>
11280	\$1.942.101,39	1	23.91%	23.91%
9993	\$489.224,87	0.7495687643	6.02%	29.93%
9267	\$406.294,34	0.8268860275	5.00%	34.93%
10659	\$345.549,79	0.816909984	4.25%	39.19%
10935	\$285.308,85	0.9445138559	3.51%	42.70%
11286	\$263.065,34	0.8925564617	3.24%	45.94%
1383	\$259.715,90	0.2288694217	3.20%	49.13%
11154	\$238.895,03	0.6441020503	2.94%	52.07%

Fonte: Elaborado pelos autores, (2018).

A partir do Quadro 1, extraiu-se os valores do faturamento para o cálculo das proporções em relação aos coeficientes de variação dos tempos, com o objetivo de calcular o comprometimento relativo existente. Os comprometimentos demonstrados no Quadro 2, são relativos a apenas a classe A da curva ABC dos comprometimentos dos tempos, que são compostos por oito códigos, onde foi calculado o desvio padrão pela média dos tempos de cada código, resultando no coeficiente de variação dos tempos. Assim obteve-se os dados da coluna de comprometimento relativo, que informam o percentual do faturamento que a falta de padrão nos tempos realizados do processo de produção da etapa de injeção de cada código ocasiona.

Em destaque está o código 11280, que compromete 23,91% de todo o faturamento relacionado a etapa de injeção do processo injeção, ou seja, se houvesse apenas um padrão no tempo de produção deste, haveria uma redução de custos de mais de 23% da etapa de injeção do período. Estes dados ficam evidenciados com a relação de Pareto existente, porém, em especial nessa análise dos tempos, apenas 8 códigos estabelecem a relação dos 50% de todo o comprometimento em relação ao faturamento, equivalente a pouco mais que 8% de todos os códigos analisados. Isso demonstra que esses códigos devem ser estudados para buscar melhorar suas etapas de produção, pois estas melhorias, podem proporcionar bons índices de redução de custos.

## 4.3 Análise dos dados do cruzamento do quadro de faturamento versus índice de aprovação de peças

Analisando os dados obtidos a partir da utilização da metodologia OEE, obtemos dados de quantidade de ciclos feitos para produção da injeção de determinado lote de produto e ainda o número de peças aprovadas de acordo com o estabele-



cimento de qualidade da peça pela empresa. De acordo com os dados é possível visualizar que na maioria das vezes o número de peças injetadas é muito maior que o número de aprovadas, nos mostrando que as falhas no processo são constantes, por falta de seguir padrões ou qualquer variável que interfira na qualidade total da peça produzida.

Elaborou-se um quadro interligando os códigos de faturamento utilizados no trabalho, com o índice de peças aprovadas por injetadas, ou seja, se não houvesse mudanças no padrão de produção de determinada peça, esse indicador seria 0%, porém quando há flutuações no valor de aprovadas/injetadas esse indicador aumenta, resultando no Quadro 3 mostrado a seguir.

Quadro 3 - Análise dos dados do cruzamento do quadro de faturamento versus índice de aprovação de peças

<b>Códigos</b>	<b>Valor</b>	<b>Coefficiente de Variação</b>	<b>Comprometimento Relativo</b>	<b>Comprometimento Relativo Acumulado</b>
11280	\$1.765.546,72	17.34%	9.48%	9.48%
1383	\$1.031.616,00	20.58%	6.58%	16.06%
11016	\$619.638,53	31.99%	6.14%	22.21%
10932	\$575.825,00	22.81%	4.07%	26.27%
9267	\$446.686,10	25.55%	3.54%	29.81%
7056	\$459.072,90	20.66%	2.94%	32.75%
10659	\$384.541,96	20.93%	2.49%	35.24%
9993	\$593.341,00	10.30%	1.89%	37.14%
9936	\$118.911,54	46.41%	1.71%	38.85%
11283	\$264.281,85	17.89%	1.46%	40.31%
11466	\$173.374,20	26.80%	1.44%	41.75%
11121	\$83.094,80	45.90%	1.18%	42.93%
11286	\$267.938,58	14.19%	1.18%	44.11%
6693	\$42.591,78	89.01%	1.17%	45.29%
11277	\$150.092,25	24.92%	1.16%	46.45%
7848	\$141.824,80	24.61%	1.08%	47.53%
8598	\$226.525,20	15.32%	1.08%	48.60%
11154	\$337.178,40	10.10%	1.06%	49.66%
11106	\$173.069,12	19.43%	1.04%	50.70%

Fonte: Elaborado pelos autores, (2018).

Observa-se que as peças que compõem o Quadro 3, abordando a classe A da curva ABC, são praticamente encontradas no Quadro 1, com exceção de três peças. Analisando um pouco mais, visualizamos que os três primeiros códigos no Quadro 3 que são os mesmos do Quadro 1, juntos totalizam mais de 20% do comprometimento total do faturamento da etapa de injeção do período.

Assim, tendo essas informações como base, conclui-se que por mais que tenhamos desperdícios na produção por peças descartadas, erros em temperatura da cera, erro na pressão da máquina, cera de má qualidade, falta de habilidade do operador, entre outras tantas possíveis causas de problemas na produção, se o

coeficiente de aprovas fosse trabalhado em direção ao melhor que já realizaram, ter-se-ia melhorias nos custos de produção, e isso somado chega a 50% do valor do Quadro 3, demonstrando a classe A desta curva ABC.

Conclui-se também que os códigos 11280 e 1383 são os que necessitam de maior atenção imediatamente, por estarem nas primeiras posições em todas as curvas ABC, por totalizarem mais de 16% de todo o comprometimento do faturamento da etapa de injeção no setor de injeção analisado, e mais de 13% de todo o faturamento do período analisado referente a etapa de injeção equivalente juntos a apenas 0,24% dos códigos de itens vendidos nesse período.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da realidade das empresas para conseguir diminuir falhas e desperdícios, foi efetuado um levantamento dos processos e de indicadores, também uma classificação financeira em relação aos produtos pelo princípio de Pareto, uma análise em relação aos tempos do processo produtivo, e por fim, uma análise dos índices de aprovação dos códigos.

A partir do levantamento dos processos de produção foi possível realizar o fluxograma dos processos de produção de microfusão e em seguida, realizou-se o mapeamento de dois códigos que compõem a classe A da curva ABC elaborada. A partir da classificação dos processos pelo princípio de Pareto, foi demonstrado que o processo de revestimento possui o maior tempo de atravessamento, sendo considerado o processo gargalo de produção.

Na análise dos tempos de produção da etapa de injeção do processo de injeção, os resultados apontaram que apenas o primeiro item pelo princípio de Pareto, equivale a mais de 23% de todo o comprometimento do faturamento relacionado ao processo de injeção, pelo coeficiente de variação dos tempos.

De outra forma, analisou-se o comprometimento da aprovação de peças, onde foi calculado o índice aprovação de peças, o coeficiente de aprovação e após a relação de comprometimento do faturamento de cada código. Nessa análise, constatou-se que o coeficiente de variação é alto, justificando apenas os três primeiros códigos, 20% do comprometimento do faturamento na etapa de injeção.

Concluindo, todos os objetivos propostos foram alcançados. No setor de injeção é possível diminuir o tempo de entrega dos produtos, e assim melhorar o resultado financeiro por modificações no próprio processo produtivo. Padronizar os tempos de produção, manter o coeficiente de aprovação no melhor índice possível e buscar diminuir o coeficiente de variação dos tempos, aplicando métodos como PDCA para a identificação dos problemas que causam essa variação, utilizar Poka Yoke e o sistema Kanban de cartões para padronizar o processo por lotes, produzir



apenas o necessário e no tempo certo com o menor desperdício possível.

## REFERÊNCIAS

"Which machine learning algorithm should I use?" Subconscious Musings. Acessado 6 de novembro de 2018. <https://blogs.sas.com/content/subconsciousmusings/2017/04/12/machine-learning-algorithm-use/>.

BUSSO, Christianne Matias. "Aplicação do indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE) e suas derivações como indicadores de desempenho global da utilização da capacidade de produção." Text, Universidade de São Paulo, 2012. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-16072013-115859/>.

DIAS, Marco Aurélio P. Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão. São Paulo: Atlas, 2012.

LIKER, J.K. O Modelo Toyota - 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Trad. Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 2015.

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala. Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 2005.

OLIVEIRA, Carla Milanesi de. "CURVA ABC NA GESTÃO DE ESTOQUE", [s.d.].

PEINADO, JURANDIR, e G. AGUIAR. "Compreendendo o Kanban: um ensino interativo ilustrado". Revista DaVinci. Curitiba-PR 4, no 1 (2007): 133-146.

REVISTA ABIFA. Fundação & Matérias-primas: Fundação & Matérias-primas, março. 2019.

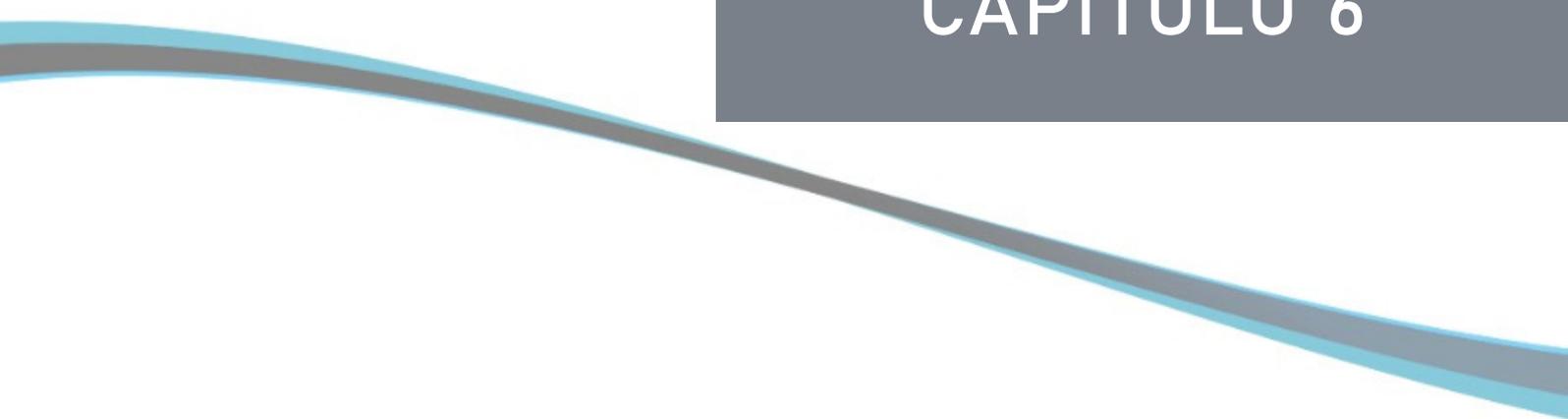
SANCHES, Marcelo Kaminski. "Aprendizado de máquina semi-supervisionado: proposta de um algoritmo para rotular exemplos a partir de poucos exemplos rotulados". Text, Universidade de São Paulo, 2003. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-12102003-140536/>.

SLACK, Nigel. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2009.

VIANNA, Ilca Oliveira de Almeida. Metodologia do Trabalho Científico. Um Enfoque Didático da Produção Científica. São Paulo: Epu, 2001.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. A Mentalidade Enxuta nas Empresas. Rio de Janeiro: Campus, 2006.





## CAPÍTULO 6

# **O CAPITAL HUMANO E AS MUDANÇAS PROVOCADAS PELA INDÚSTRIA 4.0**

HUMAN CAPITAL AND THE CHANGES CAUSED BY INDUSTRY 4.0

**José Antonio Espelho**  
**Francisco Ignacio Giocondo Cesar**

## Resumo

Vivemos na era da informação e do conhecimento, estamos vivendo a 4<sup>o</sup>. Revolução Industrial (I 4.0), que está impactando fortemente a economia e a sociedade. Isso é fato, que impacta no mercado de trabalho, que está se alterando radicalmente no mundo inteiro por conta dos avanços da robótica, inteligência artificial e outras tecnologias. Com isso haverá muitos trabalhadores que serão afetados e, portanto, é imprescindível uma reflexão sobre o nível de preparação dos colaboradores, além de como as empresas estão estruturando para recrutar, manter e engajar os profissionais. Este artigo tem como objetivo a compreensão dos principais fatores que irão influenciar diretamente na força de trabalho, visando à análise das possíveis implicações para as organizações com foco no trabalhador. A pesquisa tem como característica bibliográfica exploratória, com busca nas principais bases de dados, no período de 2011 a 2019, sendo que se deu por meio de seleção de artigos com foco na indústria 4.0 relacionados ao Capital Humano. Desta forma foi possível identificar os principais impactos relacionados ao avanço tecnológico e as possibilidades de criação de novos postos de trabalho, com isso desenvolver novas competências e habilidades, e desta forma, melhorar as condições de empregabilidade.

**Palavras-chaves:** Indústria 4.0; Qualificação Profissional; Capital Humano.

## Abstract

We live in the information and knowledge age, we are living in the 4th. Industrial Revolution (I 4.0), which is having a strong impact on the economy and society. This is a fact that impacts on the labor market, which is changing radically worldwide due to advances in robotics, artificial intelligence and other technologies. With this will be many workers who will be affected, therefore, it is essential to reflect on the level of preparation of employees, as well as how companies are structuring to recruit, maintain and engage professionals. This article aims to understand the main factors that will directly influence the workforce, aiming at the analysis of the possible implications for organizations with a focus on the worker. The research will be an exploratory bibliography, in the main databases, in the period from 2011 to 2019, and was done through the selection of articles focused on the industry 4.0 and related to Human Capital. It was possible to identify the main impacts related to the technological advance and the possibilities of creation of new jobs, in order to develop new skills and new conditions of employability.

**Keywords:** Industry 4.0; Professional qualification Human capital.



# 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos tempos, inúmeras revoluções, desencadeadas principalmente por novas tecnologias e por novas formas de perceber o mundo, provocaram mudanças nos sistemas econômicos e nas estruturas sociais (SCHWAB, 2016). A I 4.0 surgiu como sinônimo da 4ª. Revolução Industrial (4ª. RI) e na prática, busca trazer máquinas totalmente conectadas via web para que todos os sensores integrados a ela compartilhem dados constantemente para a otimização de processos e na melhoria da produção (SOMMER, 2015).

O mercado de trabalho sofreu grandes transformações nos últimos anos, com isso as pessoas também mudaram, refletindo nos seus interesses, necessidades, estímulos e capacitação. Kaplan & Norton (1997) apontam que as empresas da Era da Informação estão baseadas em um novo conjunto de premissas operacionais e buscam o equilíbrio de quatro pilares, Financeiro; Processos; Pessoas e o Cliente, ou seja, dimensões financeiras e não financeiras que afetam a perenidade das empresas e ressaltam que, usar apenas medidas financeiras para julgar o desempenho empresarial, não é vantajoso para as organizações, e incentivam as empresas a medir também fatores como qualidade e satisfação do cliente.

Esta revolução vai muito além das tecnologias inovadoras nela empregadas, e do mercado de trabalho industrial. Um dos seus grandes trunfos que contribuirão para a diferenciação das empresas no mundo dos negócios é a gestão de seu conhecimento e a capacitação de seus trabalhadores para esta nova fase dos processos produtivos (SCHWAB, 2016).

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Indústria 4.0

A indústria vem sofrendo mudanças desde a época da primeira revolução industrial (1ª RI), quando a descoberta das leis da termodinâmica possibilitou o surgimento das primeiras máquinas a vapor. O surgimento das primeiras locomotivas a vapor ocorreu no século XIX e transformavam a energia do vapor em trabalho mecânico, mudando de forma disruptiva a mobilidade de cargas e pessoas. A segunda revolução industrial (2ª RI), entre meados do século XIX e meados do século XX, foi marcada pela descoberta da eletricidade e magnetismo, trazendo modificações significativas na economia e na sociedade, tendo como fato marcante a produção de diversos inventos como automóveis, telefones, televisores e outros. A terceira revolução industrial (3ª RI), iniciada na primeira metade da década de 1970, foi guiada pelas novas tecnologias oriundas da evolução no campo das telecomunicações e programação lógica. O surgimento do CLP (controlador lógico



programável) e da internet mudaram drasticamente os processos de comunicação entre máquinas e pessoas. Em 2013, uma associação de representantes da indústria, políticos e acadêmicos promoveram uma abordagem para fortalecer a competitividade da indústria manufatureira alemã (KAGERMANN, 2013). Esse movimento ficou conhecido como 'Indústria 4.0'.

A abordagem sobre a Indústria referida como 4.0 representam os fenômenos de mudanças nos processos de produção e modelos de negócios, independentemente de seu porte ou ramo de atuação, configurando um novo patamar de desenvolvimento e gestão para as organizações. O conceito tem em conta o potencial disruptivo da integração de objetos físicos na rede de informação que está revolucionando as possíveis transformações (EUROPEAN PARLIAMENT, 2016). Esta realidade industrial procura por meio da integração de novos recursos tecnológicos de interação entre máquina-máquina (m-m) e máquina-operador (M-H), onde otimizar os processos produtivos tornando-os eficientes e eficazes, possibilitando assim uma melhor gestão dos recursos tecnológicos e humano nas organizações e conseqüentemente para um crescimento da própria economia. A Figura 1, abaixo, de uma forma ilustrativa, mostra a cronologia das fases das revoluções industriais.

Figura 1 – A evolução das revoluções industriais



Fonte: FEIMEC (2016)

## 2.2 Futuro da empregabilidade no ambiente da 4ª RI

Um dos resultados dos impactos oriundos da I 4.0 é a redução tanto nos postos de trabalho quanto em atividades que exige funções repetitivas, atingindo fortemente o setor da mão de obra. O piso de fábrica como chamamos hoje vai passar por mudanças, os colaboradores terão um papel mais técnico e estratégico, a atividade exercida tende a ficarem muito mais flexíveis onde pessoas terão de lidar com máquinas e ao mesmo tempo com sistemas inteligentes Edwards e Ramirez (2016).

A Quarta Revolução Industrial ou I 4.0 engloba pilares como a descentralização dos sistemas, não sendo mais necessária a intervenção do homem, assim, haverá uma produção mais rápida e flexível, uma modernização por meio de investimentos, em máquinas, equipamentos e processos de alta tecnologia e muito valor agregado. Porém, ao mesmo instante em que muitas atividades devem ser substituídas, novas funções devem surgir aumentando a necessidade de mão de obra nas áreas da tecnologia da informação, automação, mecatrônica com habilidades com software, programação e inteligência artificial. Novas especializações estão prestes a surgir para garantir essas novas interfaces e interligar a relação entre homem e máquinas. Várias profissões relacionadas à Indústria 4.0, estão sendo apontadas, porém as cinco profissões mais cotadas para os próximos anos são: engenheiro de cibersegurança ou de fibras têxteis, mecânico de veículos híbridos, técnico em impressão de alimentos e operador de máquina high speed, segundo Osvaldo Lahóz Maia (EXAME, 2017), Gerente de Inovação e Tecnologia do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) de São Paulo, que aponta como as profissões que irão despontar no mercado nos próximos anos.

Uma grande mudança de paradigma na produção industrial e fundamental na dinâmica do mercado de trabalho pode oferecer muitos benefícios, mas não há como fugir da preocupação generalizada em torno de como ela nos afetará e estima-se que, à medida que as máquinas participem cada vez mais das indústrias, inevitavelmente veremos papéis de qualificação intermediária desaparecendo e novos sendo apontados como fundamental para o progresso.

No entanto, aponta-se que mais empregos serão criados em ocupações de baixa e alta qualificação, o que significa que a automação irá gerar mais empregos do que destruir e, por sua vez, aumentará o poder de compra dos consumidores, cujos gastos extras criam novos empregos e assim, o ciclo do progresso se reconstrói, pois com fábricas ainda mais automatizadas, novas demandas surgirão enquanto algumas tendem a deixar de existir e por outro lado, as demandas em pesquisa e desenvolvimento oferecerão novas oportunidades para os profissionais tecnicamente melhores capacitados, com formação multidisciplinar para compreender e trabalhar com a variedade de tecnologia que compõe uma fábrica inteligente (PAMPLONA, 2018).

## **2.3 Qualificação Profissional e Aperfeiçoamento da mão de obra**

A I 4.0 vem revolucionando o mercado por isso a busca por qualificação é algo fundamental aos profissionais que buscam a expansão do seu currículo. Algumas profissões possivelmente irão sumir sendo assim, buscar a migração e alocação de novas competências para outros setores se torna uma opção viável. Possivelmente, tantas inovações ocasionarão o fechamento e ou desaparecimento de vagas manuais e repetitivas, porém estes funcionários terão que serem locados ou tornarem chave importante mostrando suas versatilidades e adaptabilidade frente a novos

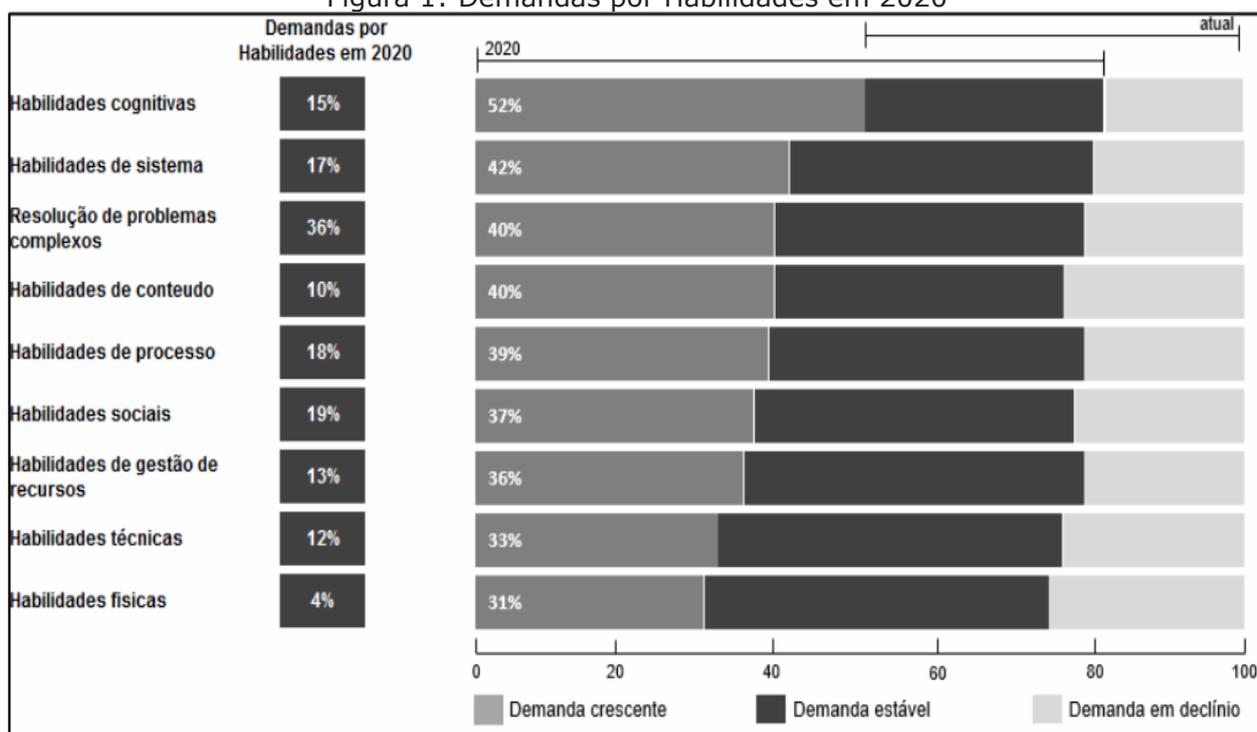


desafios, Macedo (2007).

As Indústrias mais do que nunca, devem requalificar os operadores e gestores, pois serão eles os responsáveis pela atualização tecnológica dos setores da indústria. É fundamental que os trabalhadores estejam aptos a introduzir práticas inovadoras e ágeis nas empresas e para isso, é necessário que eles tenham conhecimento sobre as novas tecnologias digitais, sobre técnicas de programação e análise de dados, assim como sejam capazes de resolver problemas mais complexos, por meio das chamadas competências socioemocionais, as softskills. É cada vez mais importante que os profissionais sejam criativos e empreendedores, com capacidade de liderança e de comunicação, Goleman (2019). As demissões dentro das organizações tende a crescer e se dão mais pelo fator interpessoal porque o relacionamento entre gestor, subordinado e pares é uma questão fundamental para o bom andamento das áreas.

Segundo Schwab (2016) "precisará desenvolver ou trabalhar as novas habilidades, e perfis profissionais que surgirão, pois a grande demanda recairá sobre as habilidades de resolução de problemas complexos, competências sociais e de sistemas e menos sobre as habilidades físicas ou competências técnicas específicas." Essa segunda competência que possui grande fator de propensão a ser automatizada. Em seu livro A 4ª RI, de acordo com Schwab (2016) apresenta um indicador, discutido no Fórum Econômico Mundial, sobre essas demandas por habilidades até 2020, um futuro muito próximo da nossa realidade. Esse indicador demonstra que essa demanda recairá muito mais sobre as habilidades de resolução de problemas complexos, competências sociais e de sistemas e menos sobre habilidades físicas ou competências técnicas específicas, demonstrada na Figura 1.

Figura 1: Demandas por Habilidades em 2020



Autor: Fórum Econômico Mundial (2016)

## 2.4 Extinção e/ou exploração da mão de obra

Para Schwab (2016), a grande preocupação desse novo cenário será a questão da desigualdade, pois a inovação e a disrupção devem afetar nosso padrão de vida e bem-estar das pessoas, tanto positiva como negativamente, sendo difícil prever o quanto poderá afetar, já que as pessoas são ao mesmo tempo consumidoras e produtoras.

Tarefas conhecidas, repetitivas, tendem a ser executadas por máquinas, por exemplo, motoristas, operadores de caixa, contadores, operadores industriais, médicos de atendimento, professores de conteúdo, jornalistas, atendimento comercial intermediário, sendo que estas informações sobre profissões que tendem a desaparecer foram expostas no Fórum Econômico Mundial de 2016 em Davos. Profissões que requeiram criação, abstração, desenvolvimento, que tenham que lidar com situações novas e serviços para pessoas, tendem a serem as mais crescentes e mudarão o perfil do trabalhador do século XXI, tais como, engenharias, ciência de dados, computação, matemática, gestão estratégica, vendas, dentre outras que ainda não surgiram.

É enfaticamente contrário à perspectiva de fim do trabalho: “É uma ideia eurocêntrica sem nenhuma base ontológica”, há trabalhadores jovens na construção civil recuperando prédios em Veneza, diz que “não há uma rua na China” que não tenha uma obra em curso. “São máquinas e operários, homens e mulheres trabalhando no esquema Zero Hora”, resume, citando uma modalidade de contratação que nasceu na Inglaterra e ganhou espaço no mundo, Pinto e Antunes (2018).

Dados da Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2019) parecem confirmar essa tendência. De acordo com a publicação ‘Perspectivas Sociais e de Emprego no Mundo: Tendências 2018’, a taxa de desemprego global se estabilizou após um aumento em 2016. As projeções indicam que esse número chegou a 5,6% em 2017, o que representa mais de 192 milhões de pessoas desempregadas no mundo. O relatório destaca o fato de que o progresso significativo alcançado no passado na redução do emprego vulnerável está paralisado desde 2012. Estima-se que cerca de 1,4 bilhão de trabalhadores estavam em empregos vulneráveis em 2017 e que outros 35 milhões deverão se juntar a eles até 2019. Nos países em desenvolvimento, o emprego vulnerável afeta três em cada quatro trabalhadores. Na América Latina e Caribe, a previsão é de que a taxa de desemprego diminua apenas marginalmente, passando de 8,2% em 2017 para 7,7% até 2019. Já na América do Norte, o desemprego provavelmente diminuirá de 4,7% em 2017 para 4,5% em 2018, impulsionado por maior oferta de trabalho no Canadá e nos Estados Unidos.



## 2.5 Capital Humano

O surgimento do capital humano é a característica mais marcante da economia do conhecimento, pois neles são encontradas duas características fundamentais, que são a educação e as habilidades. Mesmo sendo na sociedade industrial um fator crítico de sucesso a quantidade de capital físico e financeiro, já na economia do conhecimento passa a receber elevada importância à quantidade e a qualidade de capital humano existentes. Desta forma, numa sociedade do conhecimento, o principal investimento tem que estar centrado nos talentos humanos visando desenvolver ou melhorar suas habilidades.

O conhecimento leva à descoberta de novas tecnologias, gerando mudanças na economia, provocando mudanças sociais e políticas, e também, quebra de paradigmas, principalmente comportamentais, Morgan (1996). Na sociedade do conhecimento a educação é considerada a criadora do capital humano, pois é universal e os níveis de educação crescem para as novas áreas de conhecimento, as quais requerem mais treinamento e educação atualizada, influenciando o comportamento humano, o qual precisa estar comprometido com um aprendizado contínuo e vitalício a fim de manter suas habilidades e conhecimentos sempre atualizados.

As Indústrias devem enxugar seus processos produtivos e para isso, há a necessidade de adotar métodos consagrados como a eficiência energética, produção mais limpa e manufatura enxuta (OHNO, 1997). A produção enxuta traduz-se em uma operação que é simultaneamente eficiente e eficaz, ou seja, ela busca atingir o nível máximo de produtividade e a qualidade total, eliminando as tarefas desnecessárias na produção, buscando a melhoria contínua.

Como tendência de futuro, os recrutamentos têm mudado e dado peso maior para as “softskills” – que, segundo (GOLEMAN, (2019), são habilidades como resiliência, empatia, colaboração e comunicação. Porém, afirma que além de essa ser uma transição lenta, acaba se limitando, por enquanto, a alguns segmentos, como os de tecnologia e serviços.

Reciclagem. Para (WEIGEL, 2018) “a perda real ocorrerá para quem não se reciclar”. A empresa desenvolve planos de inovação para empresas e oferece cursos e oficinas para executivos e funcionários. “Todas as profissões precisam se reciclar, se repaginar e a educação é o desafio global que está mais atrasado”, afirma Jaqueline, para quem o governo e toda a sociedade precisam apoiar projetos nessas áreas. Ela também acredita que muitas indústrias vão desaparecer, mas outros tipos de indústria vão surgir.



### 3. METODOLOGIA

Foi feita uma pesquisa bibliográfica exploratória mais especificamente focada em artigos correlatos com I 4.0 direcionados ao estudo do emprego e do Capital Humano e os impactos dessa emergente tecnologia na I4.0, a base de dados explorados não se limitou somente a artigos, também foi explorado dados de conceituados centros de pesquisas, como Confederação Nacional da Indústria (CNI) e Agência Brasileira do Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2017).

### 4. RESULTADOS DA PESQUISA

Identificamos, categorizamos e discutimos quatro principais possíveis impactos que nos permitem concluir que a Indústria 4.0 tem potencial para provocar mudanças e transformações drásticas no trabalho industrial e caminhar de forma a organizar do trabalho, sempre pautada na união do homem, máquina e tecnologia, embora muitas dúvidas estivessem acerca do caráter revolucionário, além de uma maior inclusão social, expressadas, por exemplo, nas possibilidades de eliminação e de criação de milhares de postos de trabalho.

Para enxergar todos os benefícios provocados pela indústria 4.0, os gestores precisam ter uma visão mais estratégica dos negócios, realizarem as modernizações dos processos industriais e conseqüentemente a redução nos custos de produção. Ratifico que a indústria 4.0 potencializará a automação industrial, o que basicamente significa que as máquinas assumindo cada vez mais funções humanas, porém, jamais a substituirá.

Por fim, vale destacar que os achados deste estudo não são finalísticos, a exploração do tema relação das competências exigidas dos trabalhadores para a quarta revolução industrial é relativamente novo. Ainda são poucos estudos científicos publicados em torno desta temática, portanto, apresento a importância deste artigo para a ciência sendo mais um estudo publicado sobre este assunto. Deste modo, se denuncia a necessidade de desenvolvimento de mais estudos sobre este tema, a fim de avançar as discussões para um futuro melhor.

De acordo com o Fórum Econômico Mundial 2018, em um futuro breve, milhões de postos de serão substituídos devido à evolução das empresas com a implantação de robôs, tanto nas linhas de produção, quanto em processos que requer pouca habilidade e que há muita repetibilidade, porém, tantos outros milhões de postos de trabalho irão emergir em áreas específicas, dando suporte à nova realidade. A questão é que esses novos empregos exigirão de novas habilidades e de muitas competências, exigindo mudanças nas formas de ensino aprendizagem.



Dentre os empregos que exigirão novas habilidades e competências, pode-se citar, ainda se atentando a relatórios do Fórum Econômico Mundial: engenheiro de cibersegurança ou de fibras têxteis, mecânico de veículos híbridos, técnico em impressão de alimentos, operador de máquina high speed, analistas de dados e cientistas de dados; especialistas em AI e machine learning; analistas e desenvolvedores de apps e software; especialistas em big data; especialistas em transformação digital e especialistas em novas tecnologias.

Deste modo, fica claro que funções tradicionais poderão realmente desaparecer e as consequências para as pessoas serão devastadoras caso não haja a mudança das pessoas a buscarem o Aperfeiçoamento e/ou Qualificação Profissional.

Como continuidade e para futuras pesquisas sugere-se, a aprofundar na investigação de novos e futuros impactos socioambientais, monitoramento do gráfico de empregabilidade e junto às instituições de ensino, a criação de novos títulos de programas, a fim de auxiliar as empresas na qualificação e no aperfeiçoamento dos colaboradores. Conclui-se, que embora apresentado neste artigo que a Indústria 4.0 não trata essencialmente da completa ou parcial substituição do homem pela tecnologia, parece bastante coerente que a Indústria 4.0 tem que provar seus benefícios para a sociedade e somente quando suas tecnologias, regulamentos e mudanças revelarem-se melhores para as pessoas, é que se deve reconhecer todo o seu potencial.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A I 4.0 é uma realidade no Brasil e no mundo ainda que de forma incipiente, pois é recente iniciando este processo em 2011. Algumas indústrias começaram a dar os primeiros passos rumo às novas tecnologias, que mudarão drasticamente o perfil das empresas, as funções e tarefas das pessoas no trabalho. Isso impactará tanto na gestão de pessoas quanto nas quantidades e tipos de empregos gerados pelas empresas.

É certo e salutar que as empresas seguirão com as novas tecnologias, sendo assim, serão necessários novos tipos de treinamentos, afim do desenvolvimento de pessoas para atendimento a esta nova demanda. Com o surgimento de novas tarefas e ocupações, desaparecimento de outras e a própria mudança do perfil profissional, aliadas as grandes inovações as empresas, instituições de ensino, governo e principalmente as pessoas no mercado de trabalho necessitarão de novas formas de ensino e aprendizagem.

Pensar em novas formas de ensino são barreiras que exigirão grande empenho de toda a sociedade, que em grande parte, ainda vive em um processo de procrastinação em termos de ir em busca de novos conhecimentos. Esta será a grande diferença entre ter uma ocupação, onde a mesma é bem remunerada ou ser excluído

do mercado de trabalho por falta de qualificação.

## REFERÊNCIAS

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). Inovação, Manufatura Avançada e o Futuro da Indústria: uma Contribuição ao Debate sobre as Políticas de Desenvolvimento Produtivo. Brasília, 2017.

EDWARDS, Paul; RAMIREZ, Paulina. When should workers embrace or resist new technology?. *New technology, work and employment*, v. 31, n. 2, p. 99-113, 2016.

EUROPEAN PARLIAMENT. Industry 4.0. União Europeia, 2016.

FEIMEC – Feira Internacional de Máquinas e Equipamentos. Manufatura Avançada. 2016.

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. O futuro dos empregos: Emprego, competências e estratégia da força de trabalho para a quarta revolução industrial. In: *Global Challenge Insight Report*, Fórum Econômico Mundial, Genebra . 2016.

GOLEMAN, Daniel. O que faz um líder?. Leya, 2019.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. A estratégia em ação: balanced scorecard. Gulf Professional Publishing, 1997.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. Acatech–National Academy of Science and Engineering. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE, v. 4, 2013.

LAHÓZ, A. Educar para sempre. *Revista Exame*. São Paulo, edição 711, ano 46, n.º 7, 5 de abril de 2017.

MACEDO, Maria de Lurdes de Sousa. A modernidade para além da utopia tecnológica. 2007. Tese de Doutorado. Universidade do Minho.

MORGAN, G. *Imagens da organização*. São Paulo: Atlas, 1996.

OHNO, Taiichi. *O sistema Toyota de produção além da produção*. Bookman, 1997.

OIT (2009). *Guia das normas internacionais do trabalho*. Genebra: Organização Internacional do Trabalho.

PAMPLONA, Yuri Logatto; DA SILVA, Geiza Maria Hamazaki. JANEIRO DE 2018.

PINTO, Geraldo Augusto; ANTUNES, Ricardo. *A fábrica da educação: Da especialização taylorista à flexibilização toyotista*. Cortez Editora, 2018.

SCHWAB, K. *A Quarta Revolução Industrial (Edipro)*. São Paulo. 2016.

SOMMER, Lutz. Industrial revolution-industry 4.0: Are German manufacturing SMEs the first victims of this revolution?. *Journal of Industrial Engineering and Management*, v. 8, n. 5, p. 1512-1532, 2015.

WEIGEL, Jaqueline. Freeworkers: o perfil do jovem na 4ª Revolução Industrial. *Sumários Revista da ESPM*, v. 24, n. 2, p. 80-83, 2018.



## CAPÍTULO 7

# **INTERAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DO BIM E LEAN CONSTRUCTION SOB A PERSPECTIVA DE PROCESSO, POLÍTICA E TECNOLOGIA**

INTERACTION OF BIM AND LEAN CONSTRUCTION STRATEGIES UNDER  
THE PROCESS, POLICY AND TECHNOLOGY PERSPECTIVE

**Cristine Ferraz**

**Drielly Fratta Negreiro**

**Marina Figueiredo Muller**

**Eduardo de Freitas Rocha Loures**

**Fernando Deschamps**

## Resumo

Com o intuito de compreender a influência entre o BIM e o Lean Construction acerca de seus respectivos campos de domínio e princípios, este artigo teve sua motivação em decorrência dos desafios encontrados na consolidação das informações na indústria da construção civil durante o gerenciamento do ciclo de vida da edificação. A metodologia adotada foi uma revisão de literatura fundamentada em uma seleção de conteúdo que resultou previamente em 63 publicações relacionadas ao tema. Entretanto, para a contextualização do foco do artigo foi realizada uma nova busca com palavras-chave específicas, cuja qual forneceu 16 publicações. A análise realizada acerca da interação entre BIM e Lean na indústria da construção civil infere que há características semelhantes e oportunidades de integração apesar de estratégias distintas. A identificação das funcionalidades BIM a partir dos campos de processos, política e tecnologia sob a ótica do Lean conduz a conclusão de que o alinhamento estratégico e cultural da empresa seja abordada em conjunto com a interoperabilidade corporativa.

**Palavras chave:** BIM, Lean Construction, Funcionalidades, Princípios, Interação.

## Abstract

Intended to understand the influence BIM and Lean Construction about its respective fields of domains and principles, this article has his motivation in the drought of the challenges found in the consolidation of information in the industry of civil construction during the management of the life cycle of building. The methodology adopted was a review of literature based on a content selection that results previously in 63 publications related to the subject, for the contextualization of the focus of the article, a new search with specific keywords, which provided 16 publications. Analysis of the interaction between bim and lean in the civil construction industry influens that there are similar characteristics and integration opportunities to pass diferent strategies. The identification of BIM functionalities from the fields of processes, policy and technology under the opposition of Lean concludes the conclusion that the strategic and cultural alignment of the company is addressed in conjunction with the corporate interoperability.

**Key-words:** BIM, Lean Construction, Functionalities, Principles, Interaction.



## 1. INTRODUÇÃO

A demanda por um cenário mais competitivo com construções mais enxutas, aumento de produtividade e otimização de custos tem aumentado consideravelmente na indústria AEC. As organizações estão em busca de melhorias contínuas e processos mais eficientes que possam impactar de várias maneiras os serviços dentro de um canteiro de obras, com a ressalva de que cada obra é singular – diferentemente da produção em larga escala como no setor industrial.

Para Arayici, et al. (2011) o Building Information Modelling (BIM) tem se destacado quando se trata de priorizar medidas sustentáveis, inserção de processos definidos e integração entre todas suas fases desde projeto, construção, manutenção e demolição. A implantação do BIM tem sido o propósito de algumas empresas, que já perceberam mudanças significativas no ciclo de vida da construção.

A implantação do BIM está diretamente associada as melhorias graduais e contínuas na qualidade, usabilidade e previsibilidade, conforme estado atual da empresa que pode ser avaliado através de modelos de maturidade de capacidade a identificar quais as melhorias que podem ser implantadas nos processos a fim de alcançar benefícios reais para os negócios.

Entretanto, algumas construtoras tem encontrado além destes, outros desafios relacionados ao gerenciamento do ciclo completo BIM e sincronizar a um modelo de gestão complementar como o Lean Construction (LC) pode facilitar, uma vez que ambos objetivos e fundamentos se assemelham.

Segundo Tauriainen, et al. (2016), o Lean tem o intuito de eliminar o desperdício de todas as fases de um processo de trabalho, agregar valor ao cliente de maneira mais rápida garantindo a eficácia dessas funções. Além disso, o LC é pautado em métodos, ferramentas e práticas que visam mitigar problemas recorrentes neste setor como o alto impacto ambiental e a falta de eficiência de produção (ALMEIDA; PICCHI, 2018).

Seu foco é na melhor organização do processo, reduzindo a mão de obra ociosa e otimizando recursos disponíveis (BAER, 2014). Embora seus princípios e modelos de maturidade são baseados no Lean Thinking e Lean Manufacturing, para Peretti, et al. (2013), o LC ainda está em fase de maturação.

Sob estas perspectivas que o presente artigo encontra motivação e relevância para compreender a integração entre BIM e LC conforme seus respectivos interesses e investigar a influência desta sinergia visando potencializar seus resultados e contribuir para a indústria da construção civil e às suas necessidades.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 BIM

Sua definição tem uma grande abrangência conforme as visões de cada profissional, a maioria das quais são oriundas das suas respectivas perspectivas. Um contratado define o BIM como um processo, designers definem-no como modelos 3D inteligentes, enquanto a maioria dos outros profissionais definem o BIM como uma ferramenta de visualização em construção (BARLISH, 2012).

No entanto, Migilinskas, et al. (2013) afirmam que o BIM é um caminho para desenvolver estrategicamente a elaboração de projetos garantindo uma gestão integrada de fluxos de dados gráficos e de informação, apoiado em ferramentas descentralizadas com foco em integrar tarefas em processos e transformar indivíduos em equipes de forma mais rápida, eficaz e com menores custos.

Eastman et al. (2008) entendem que o BIM pode vir a ser um processo mais dinâmico e facilitar o trabalho multidisciplinar. Isto seria explicado pelo fato da existência da participação de agentes em etapas iniciais do projeto, prevenindo problemas e conflitos entre disciplinas e alterando o fluxo de trabalho habitual. Além, claro, de otimizar o tempo da equipe direcionado a discussão de como melhorar os métodos de trabalho (MIGILINSKAS, 2013).

Para Arayici et al. (2012) o BIM tem como vantagens fornecer uma plataforma para maior eficiência nos projetos e também proporcionar uma melhor comunicação entre as partes interessadas acerca das informações da construção.

Uma das facilidades ressaltadas por Sacks, et al. (2010) é a modelagem em 3D que possibilita melhor visualização garantindo uma compreensão sobre o design a todos os envolvidos da equipe independente da parte técnica e também ao cliente. Esses designs podem ser alterados rapidamente para análise e comparação a fim de determinar a melhor alternativa.

Conforme Kiviniemi, et al. (2008), a premissa básica é a colaboração entre os diferentes participantes durante as fases do ciclo de vida da construção, de tal maneira que a extração dos dados podem ser atualizados instantaneamente e utilizados como suporte a cada um dos intervenientes.

A implantação do BIM está diretamente associada as melhorias graduais e contínuas na qualidade, usabilidade e previsibilidade. Conforme estado atual da empresa, pode ser avaliado através de modelos de maturidade de capacidade a identificar quais as melhorias que podem ser implantadas nos processos a fim de alcançar benefícios reais para os negócios (SUCCAR, 2009).

Ainda para Kjartansdóttir (2011), para adoção do BIM existem três elementos fundamentais que precisam estar alinhados para apoio ao ciclo de vida da cons-



trução. O autor estabelece que o BIM precisa se conectar aos principais processos de negócios, a tecnologia precisa ser armazenada em um formato unificado e uma política de concordância acerca das terminologias precisa ser incorporada.

Em função disso, Succar (2009) estabelece em seu estudo três campos interligados para a composição do domínio BIM: Tecnologia, Processo e Política. Estes campos tem sido identificados como conceitos de Clusters advindos da indústria AEC, conforme figura 1.

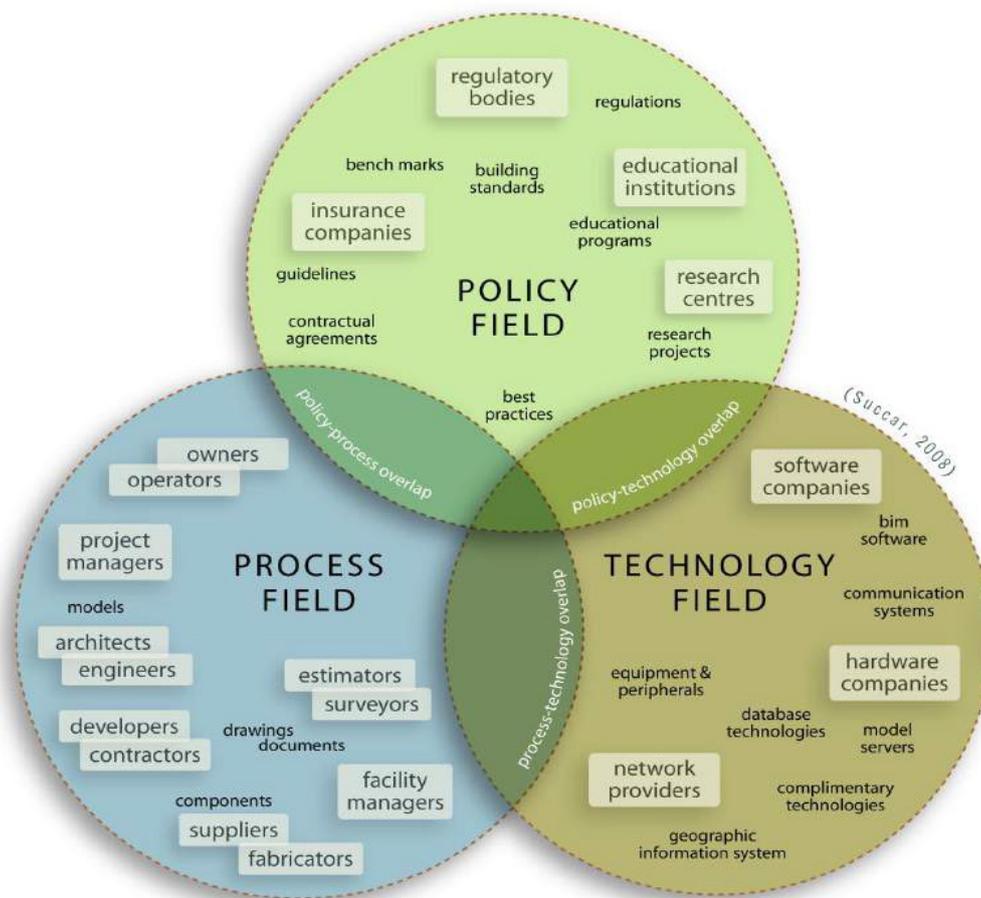


Figura 1 – Diagrama de Venn dos campos do BIM  
Fonte: Succar (2009)

Jernigan (2007) entende que a implantação do BIM, bem como a incorporação da tecnologia deve ser uma decisão de negócio, uma vez que a empresa necessita de um preparo para atender futuras demandas, pois impacta diretamente em mudanças nos processos e na rotina de trabalho. E ainda ressalta que se os proprietários não possuem um conhecimento conceitual em BIM e os objetivos de negócio não estão claros o suficiente, as mudanças tendem a ocorrer lentamente.

## 2.2 Lean Construction

As origens do conceito LC emergem dos estudos, práticas e filosofias que foram aplicadas na indústria automobilística japonesa, Toyota, mantendo foco na eficiência, melhorias contínuas, fluxo de sistema e incorporando valor ao cliente (Womack, et al., 1990). Howell (2000) destaca a produção em massa e a produção enxuta neste sistema, no qual prioriza a velocidade e padronização dos produtos, em grandes quantidades e pouca variação.

Muitas ferramentas ou procedimentos tem sido adotados e definidos sob a temática do LC que implicam em um melhor planejamento e eficiência nos fluxos de trabalho com foco no sucesso do projeto, permitindo caminhos alternativos caso hajam falhas ou restrições, como o Last Planner (LP), Takt Time Planning (TTP) e Just In Time (JIT) (SOSA; PARADA, 2018).

Apesar de uma literatura abundante, Koskela (1992) estabeleceu 11 princípios Lean sob uma perspectiva holística e abrangente que se atenuaram conforme sua aplicação ao longo do tempo. Com foco nos problemas usuais da indústria, Aziz & Hafez (2013) propuseram os 5 princípios seguintes:

1. Especificação de valor: é essencial que as necessidades do cliente sejam compreendidas e suas especificações definidas para que as entregas sejam satisfatórias e cumpram todos os requisitos do cliente;
2. Fluxo de valor: as tarefas diferentes devem ser divididas a um nível de detalhe do processo que seja possível determinar seu valor. Isso é fundamental para identificar as tarefas que não agregam valor e serem removidas, pois não contribuem para o fluxo;
3. Fluxo: é a movimentação dos recursos materiais e humanos conforme a disponibilidade e necessidade. Isto é, a logística de diferentes equipes em locais e prazos de acordo com a demanda;
4. Pull: está diretamente relacionado ao estoque, ou seja, enfatiza que os materiais devem ser disponibilizados apenas no momento da necessidade com a quantidade e especificação adequada. Neste instante o fornecedor deverá ser alertado para entregar o recurso solicitado;
5. Perfeição: é a busca de melhorias contínuas para otimização do sistema e manter os processos para atingir resultados que até então eram considerados inacessíveis.

Segundo Sui Pheng (2011) esta abordagem Lean inspirou muitas organizações a replicarem essas estratégias para se beneficiarem de altos níveis de produtividade. Hines, et al. (2004) também relata que esta ideia foi adaptada e ajustada a outras diferentes áreas de aplicação.



Bem como no BIM, no LC é necessário compreender e diagnosticar o estado atual nas organizações e onde querem estar em termos de lean (Meiling, et al., 2012). Para esta avaliação são utilizados os modelos de maturidade (MM) como uma ferramenta muito útil para orientação e suporte às estratégias de mudanças ou melhorias (Pennypacker, 2005).

Em análise aos princípios Lean, a literatura aborda maneiras de adaptação do Lean de acordo com as características peculiares da indústria da construção civil, pois foram percebidas algumas similaridades entre os processos da indústria de manufatura e construção.

E para Hao (2012) os princípios Lean podem tornar os processos da construção civil mais estáveis como os da manufatura, pois há necessidade de estabelecer estratégias, sincronização de tarefas e fluxos de trabalho para promover as mudanças na indústria da construção.

Ainda, segundo Heyl et al. (2017) o gerenciamento da informação é a chave para o sucesso e controle da produção. O objetivo é a consolidação de dados para mensurar a performance através de indicadores (KPIs) permitindo a resolução de problemas em tempo hábil durante a construção e uma vez com menos contratempus na obra é possível priorizar atividades de planejamento e qualidade.

## 2.3 Interação BIM e Lean Construction

A evidência do uso das funcionalidades BIM já tem proporcionado muitas vantagens ao desenvolvimento dos projetos, execução e manutenção de obras, assim como o LC tem revelado uma conformidade maior para a integração da tecnologia. Esta sinergia tem como objetivo integrar esforços para alavancar a indústria da construção civil.

Mollasalehi (2017) identifica algumas interações relevantes acerca das funcionalidades BIM e propósitos do Lean na construção, os quais foram classificados em 4 clusters contemplados a seguir:

- Visualização: considerada como um dos maiores benefícios com os modelos tridimensionais em conjunto com as informações relacionadas, possibilitando um gerenciamento visual e permitindo flexibilidade a fim de reduzir a variabilidade e acompanhar o ciclo de vida da execução;
- “Clash Detection”: capaz de identificar e relatar as interferências e conflitos entre os sistemas e objetos garantindo informações mais consolidadas aos colaboradores para a tomada de decisões com foco na redução do retrabalho;

- Colaboração e comunicação: compartilhamento de informações entre a equipe propiciando uma comunicação mais efetiva com oportunidade de ajustes e mudanças nas atividades e/ou tarefas com foco em prevenir riscos, evitar problemas e melhorar performance do projeto e execução;
- Planejamento 4D: realizado através de sistemas integrados inteligentes BIM com a estratégia LC acerca do gerenciamento das informações da modelagem com parâmetros de tempo, duração e custo das atividades conforme seu estágio para fornecer um planejamento que permita o acompanhamento da situação atual.

É possível notar que ambas abordagens se complementam em alguns aspectos, partindo do pressuposto que estão vinculadas aos processos principais da cadeia da construção, além disso as duas ferramentas apostam na identificação visual que traz interação, comunicação e maior engajamento das partes interessadas.

Uma outra vertente que pode ser incorporada por esta integração é acerca do gerenciamento da informação na qualidade, pois segundo Laine, Alhava e Kiviniemi (2014) o BIM não pode solucionar todos os problemas derivados dos processos de qualidade, porém fornece uma ferramenta de auxílio capaz.

A sinergia entre o BIM e a construção enxuta altera a coordenação e o fluxo de trabalho da equipe, ou seja, a aplicação integrada dessas estratégias se torna indispensável aos processos de qualidade desenvolvidas na construção (BI; JIA, 2016)

Entretanto, para Gamil (2017), a integração entre BIM e Lean são os elementos fundamentais para superar as principais adversidades na construção civil, pois o BIM é a ferramenta tecnológica e Lean é o processo e organização. O mesmo afirma que a mudança propiciada por esta tecnologia sozinha não é uma grande conquista, mas será através dela possível agregar valor ao produto com intuito de obter os benefícios que o ambiente precisa.

Diversos autores, assim como Sacks, et al. (2010) apresentaram matrizes para análise da relação acerca das funcionalidades BIM e princípios do Lean exaltando a interação entre os processos, ferramentas e conceitos adotados de cada. Conforme o entendimento dos autores, os benefícios resultantes são a partir de mudanças nos processos de informação e materiais, ferramentas BIM e princípios de construção enxuta que devem estar enraizados na compreensão conceitual da teoria.

Além destes, é possível perceber que uma visão holística baseada na cultura organizacional implica na gestão da construção. Desta maneira, é preciso compreender seus interesses fundamentados nos seus respectivos princípios e funcionalidades existentes para implantação dessas estratégias.



### 3. METODOLOGIA

Neste artigo a metodologia para revisão de literatura foi desenvolvida através da análise de conteúdo. Inicialmente foram escolhidas duas plataformas de pesquisas, as quais possuem grande abrangência de conteúdo e acesso irrestrito a navegação (Google Scholar e Mendeley). Após esta definição foram estabelecidos como critérios para a busca avançada publicações com os termos "BIM e LEAN" no título, resumo ou palavras-chave no período de 2009-2019. A pesquisa retornou os seguintes resultados:

- Google Scholar – 141 resultados
- Mendeley – 394 resultados

A partir do total de 535 arquivos, foram considerados os arquivos disponíveis, excluídos as publicações duplicadas e selecionados apenas conteúdo que estivesse em sua origem na língua inglesa ou portuguesa, resultando assim em 63 referências.

Todos os arquivos foram adicionados ao software Qualitative Data Analysis (QDA – NVIVO) para aplicação da análise qualitativa considerando os códigos BIM e LEAN e palavras-chave dos seus respectivos princípios básicos pré-determinados na literatura. Partindo desta premissa, foi possível classificar 16 publicações que se encaixassem dentro desses requisitos mencionados.

Embora a análise qualitativa direcionou à publicações que tivessem uma grande relevância a esta pesquisa, percebeu-se que alguns conceitos iniciais oriundos de pesquisas mais citadas não foram inclusas devido ao filtro temporal. Sendo assim, estas referências foram adicionadas por entender que seriam importantes ao desenvolvimento deste trabalho.

A aplicação desta metodologia teve intuito de explorar de maneira mais eficiente o foco predominante deste artigo. O uso de uma busca mais avançada sugere um conteúdo de maior relevância ao propósito inicial deste artigo, cujo qual tem o intuito de apresentar elementos de integração entre o BIM e o LC, além de mensurar a quantidade de publicações relacionadas ao mesmo.

Este processo e suas tarefas pode ser visualizado no modelo sob a notação BPMN (Business Process Management Notation) na figura 2.



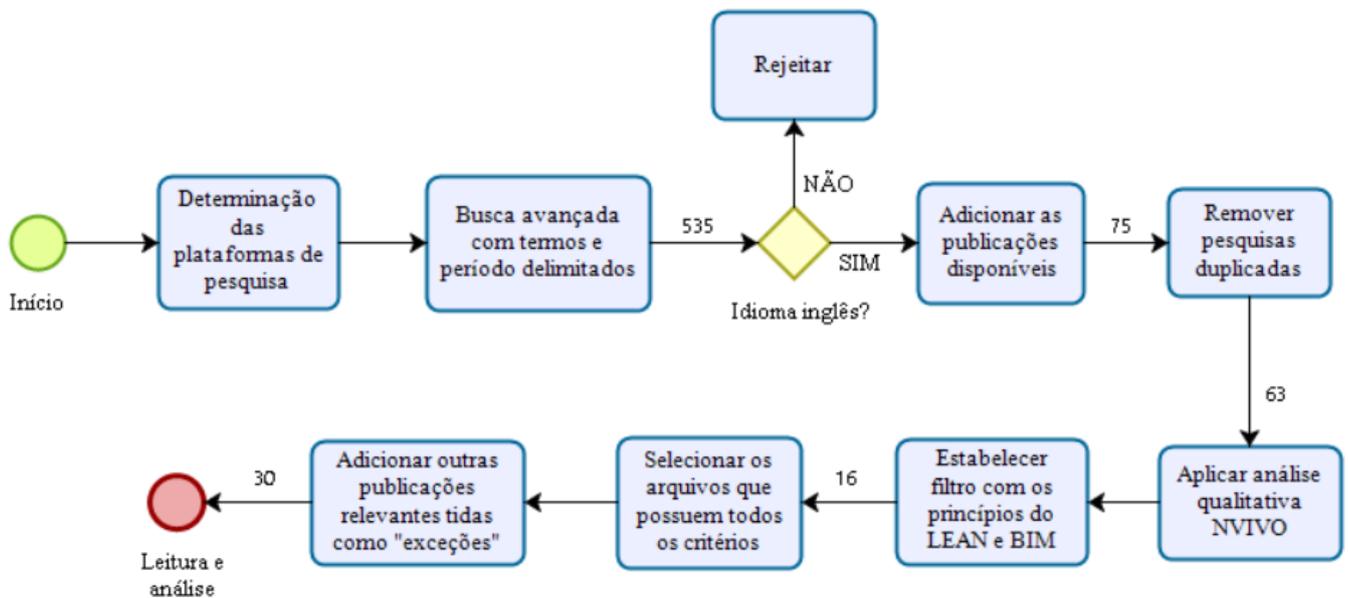


Figura 2 – Processo da metodologia aplicada  
 Fonte: Elaboração própria (2019)

Com o auxílio da plataforma QDA-NVIVO foi possível analisar as palavras mais frequentes com o intuito de confrontar com os princípios do lean e os domínios do bim aqui explorados. Notou-se que as 10 palavras mais utilizadas – considerando suas derivações – nestas publicações são referentes aos campos de aplicação prática de uma construção ou do ciclo de vida da edificação proveniente desta interação, como: modelos, projetos, construções, gerenciamento, processos e informações, conforme ilustra figura 3.

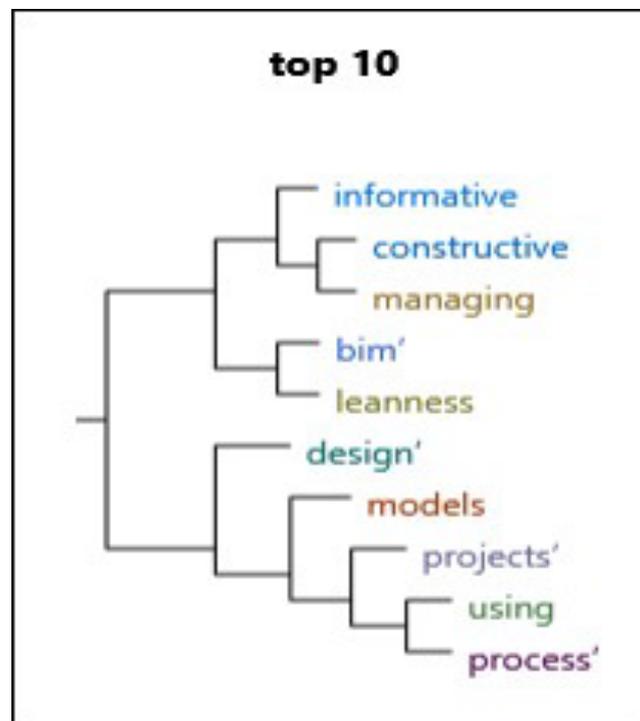


Figura 3 – Análise de cluster das bibliografias  
 Fonte: Elaboração própria (2019)

## 4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

Apesar de poucos dados consistentes acerca da aplicação prática do BIM e LC, e ainda considerando que alguns autores já investigaram suas semelhanças e interconexão entre as estratégias, neste estudo foram identificadas as funcionalidades dos campos de domínio BIM de Succar (2009) sob o ponto de vista do LC no quadro 1.

Neste quadro foram propostas perspectivas em conjunto com as interações apresentadas no item 2.3 com ênfase na colaboração e comunicação – que pode ser compreendida como a base substancial para as implantações do BIM e LC bem como suas mudanças decorrentes.

Destaca-se que este direcionamento à colaboração e comunicação é o diferencial do BIM, pois conforme Zanni et al. (2014 apud MULLER, et al. 2019) o ambiente e envolvimento colaborativo mudam o modo tradicional de negócio levando aos vários níveis da empresa a necessidade de adaptação às melhorias tecnológicas.



Política		BIM		
		Processos	Tecnologia	
LEAN	Especificação de valor	Prezar pela comunicação com o cliente	Compreensão melhor da necessidade do cliente com processos estruturados	Visualização rápida dos modelos com interação e menor variabilidade
		Simplificação dos objetivos e metas	Reduzir mal entendidos na comunicação e estratégia	Planejamento com possibilidade de ajustes instantâneo
	Fluxo de valor	Padronização de processos	Visualização da forma com as opções disponíveis para garantir melhor solução ao cliente;	Colaboração dos envolvidos a todos os estágios do design
		Modelos mais detalhados para o suporte na tomada de decisão	Identificação de tarefas sem valor agregado	Automação na geração de documentos e dados
	Fluxo	Priorizar informações e dados mais precisos para direcionar equipes e equipamentos	Controle do fluxo de movimentação com equipes multidisciplinares	Compartilhamento das informações através de servidores e/ou network a todas as partes envolvidas
		Evitar conflitos de escalas, turnos e atividades	Reutilização de modelo e dados	Redução na perda de dados durante a transferência de arquivos
	Pull	Incorporar o planejamento diário com visão holística do time, tarefas e materiais no canteiro de obras	Automatização de processos acerca da captação de dados para otimizar materiais, ferramentas e equipamentos	Sistemas de comunicação entre a organização e fornecedores
		Integração de cronograma e orçamento aos modelos 3D	Foco na visualização das tarefas diárias com apoio no modelo 3D	Controle de dados e estoques em tempo real
	Perfeição	Análise dos contratos	Avaliação periódica de fornecedores e contratantes	Análise dos modelos continuamente para melhorias e ajustes
		Desenvolvimento de guias e melhores práticas	Treinamentos de equipe para desenvolvimento de competências	Atualização de software e hardwares constante
	Garantias e análise de riscos nos contratos e serviços	Aprimorar a gestão dos projetos	Controle das informações e indicadores aos envolvidos	

Quadro 1 – Quadro dos campos BIM x Princípios LC.  
Fonte: Elaboração própria (2019)

A partir da análise destas informações, fica evidente que algumas funcionalidades representadas pelos campos do BIM se cruzam com os princípios do LC. Entretanto, sabe-se que cada abordagem possui suas próprias estratégias de im-



plantação com foco em estágios diferentes do ciclo de vida da construção.

Ressalta-se que a estrutura organizacional e o nível de maturidade de uma empresa possui grande influência no desenvolvimento dos processos na prática de ambas ferramentas. Sendo assim, existe uma grande importância em identificar as barreiras e a demanda atual da companhia, possibilitando construir uma estrutura de interoperabilidade corporativa que consiga integrar os processos, dados e serviços do LC e BIM.

Afinal Grilo e Jardim-Gonçalves (2010) ressaltam que apesar da interoperabilidade ser abstrata no que diz respeito a valor, sua real importância é na contribuição para a competitividade da empresa.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como propósito apresentar uma visão preliminar sobre a interação BIM e Lean Construction sob a ótica de seus respectivos princípios com o suporte da revisão de literatura. O quadro apresentado contempla a sincronia entre suas características e premissas básicas, mas percebe-se que a literatura é ainda frágil na apresentação de modelos de aplicação que integrem BIM e LC, ressaltando a oportunidade no desenvolvimento de novos modelos e estratégias de abordagem.

Desta maneira é possível perceber que as táticas do BIM e LC se assemelham de maneiras distintas, mas ambas fundamentadas em processos, trazendo benefícios e vantagens à indústria da construção civil, possibilitando um cenário mais competitivo, tecnológico e estruturado com valor agregado ao cliente.

Importante destacar que o estudo realizado apresentou características com predominância na colaboração e comunicação, o que infere uma oportunidade de sinergia e melhoria através da relação BIM-Lean aliado a processos, políticas e tecnologia.

Compreende-se que é necessário avaliar as barreiras para que isso ocorra, sendo assim, sugere-se para as futuras pesquisas identificar o plano de ação adequado para que seja possível a interoperabilidade das duas estratégias em função de modelos de maturidade de uma corporação.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. L. G.; PICCHI, F. A. Relação entre construção enxuta e sustentabilidade. *Ambiente Construído*, v. 18, n. 1, p. 91-109, 2018.
- ARAYICI, Y.; COATES, P.; KOSKELA, L.; et al. Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. *Automation in Construction*, v. 20, n. 2, p. 189-195, 2011.
- ARAYICI, Y.; EGBU, C. Building information modelling (BIM) implementation and remote construction projects: issues, challenges, and critiques. *Journal of Information Technology in Construction*, v. 17, pp. 75-92, 2012.
- AZIZ, R.F.; HAFEZ, S. M. Applying lean thinking in construction and performance Improvement. *Alexandria Engineering Journal*, v. 52, p.679-695, 2013.
- BAER, A. O Segredo do Sucesso na Indústria da Construção Civil. Curitiba. 2014.
- BARLISH, K. Como medir os benefícios do BIM-Um estudo de caso. *Automation in Construction*, v. 24, pp. 149-159, 2012.
- BI, X.; JIA, X. Research on the integration of lean construction and BIM and a case study in Shangai Tower Project. *The Proceedings of the 6th International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation*, Buch. Paris: Atlantis Press. pp. 1027-1036, 2016.
- EASTMAN C., SACKS, R., LISTON, K., TEICHOLZ, P. *Bim Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. 2nd Edition: Jonh Wiley & Sons, 2008.
- GAMIL, M. Mapping between BIM and Lean Construction. Master Thesis - International Master of Science in Construction and Real Estate Management Joint Study Programme of Metropolia UAS and HTW Berlin, 2017.
- GRILO, A. e JARDIM-GONÇALVES, R. : Proposta de valor sobre a interoperabilidade do BIM e ambientes de trabalho colaborativos . *Automation in Construction* Vol. 19 (5) (2010), p. 52.
- HAO, J. Application of Lean Construction to Chinese Construction Industry Based on BIM Technology. *Second International Conference on Business Computing and Global Informatization*, 2012.
- HEYL, J.; TEIZER, J. Lean Production Controlling and Progress Tracking Using Digital Methods." In: *LC3 2017 Volume II – Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*, Walsh, K., Sacks, R., Brilakis, I. (eds.), Heraklion, Greece, pp. 127-134, 2017.
- HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. *International journal of operations & production management*, 24(10), pp. 994-1011, 2004.
- HOWELL, G. Reforming project management: the role of lean construction. In *Proceedings of the 8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 2000.
- JERNIGAN, F. *BIG Bim, Little Bim: The practical approach to building information modeling*. 1º Ed., 4Site Press, Salisbuty, 2007.
- KIVINIEMI, A; TARANDI, V; KARLSHØJ, J; BELL, H; KARUD, O J K. Review of the Development and Implementation of IFC compatible BIM. *Erabuild*, 2008.
- KJARTANSDÓTTIR, I. B. BIM Adoption in Iceland and Its Relation to Lean Construction. Master Thesis – Master of Science in Construction Management at Reykjavík University. Islândia, 2011.
- KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction (No. 72). Stanford, CA: Stanford University, 1992.
- LAINE, E.; ALHAVA, O.; KIVINIEMI, A. Improving built-in quality by BIM based visual management. *Building information modelling (BIM) and lean*, v. 22, pp.945-956, 2014.
- MIGILINSKAS, D.; POPOV, V.; JUOCEVICIUS, V.; USTINOVICHIUS, L. The Benefits, Obstacles and Problems of Practical Bim Implementation. *Procedia Engineering*, v.57, p. 767-774, 2013.



MOLLASAHILI, S.; RATHNAYAKE, A.; et al. How BIM-Lean Integration Enhances the Information Management Process in the Construction Design. In: LC3 2017 Volume II – Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), WALSH, K.; SACKS, R.; BRILAKIS, I. (eds.). Heraklion, Greece, pp. 531-538, 2017.

MULLER, M. F.; ESMANIOTO, F.; HUBER, N.; LOURES, E. R.; JUNIOR, O. C. A systematic literature review of interoperability in the green Building Information Modeling lifecycle. *Journal of Cleaner Production* v. 223, pp. 397-412, 2019.

PENNYPACKER, J. S. Project portfolio management maturity model. Pennsylvania: Center for Business Practices, 2005.

PERETTI, L. C.; FARIA, A. C.; SANTOS, I. C. Aplicação dos princípios da construção enxuta em construtoras verticais: estudo de casos múltiplos na região metropolitana de São Paulo. Encontro da ANPAD – ENANPAD, 2013.

SACKS, R.; KOSKELA, L.; DAVE, B.; OWEN, R. - Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 136, pp. 968–980, 2010.

SOSA, A. S.; PARADA, F. R. A Theoretical Approach Towards Resource Efficiency in Multi-Story Timber Buildings Through BIM and LEAN. World Conference of Timber Engineering – WCTE 2018. Seoul, 2018.

SUCCAR, B. Building Information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, v.18, pp. 357-375, 2009.

SUI PHENG, L. & S. G. Bridging Western management theories and Japanese management practices: Case of the Toyota Way model. *Emerald Emerging Markets Case Studies*, 1(1), pp. 1-20, 2011.

TAURIAINEN, M. et al. The Effects of BIM and Lean Construction on Design Management Practices. *Procedia Engineering*, v. 164, pp. 567–574, 2016.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. *The Machine that Changed the World: the Story of lean production*. New York: Free Press, 1990.



**UMA FORMULAÇÃO MATEMÁTICA E  
HEURÍSTICAS DE DECOMPOSIÇÃO  
PARA UM PROBLEMA EM  
DOIS ESTÁGIOS E ESTOQUE  
INTERMEDIÁRIO**

A MATHEMATICAL FORMULATION AND DECOMPOSITION  
HEURISTICS FOR A TWO STAGE PROBLEMS AND INTERMEDIATE  
INVENTORY

**Talita Mariana Pinho Schimidt  
Cassius Tadeu Scarpin  
Gustavo Valentim Loch  
Cleder Marcos Schenekemberg**

## Resumo

Este trabalho aborda o problema de produção em dois estágios com máquinas paralelas. Apresenta-se uma formulação matemática que considera a produção de diferentes produtos, com dois estágios de produção em máquinas paralelas e estoque intermediário entre os estágios. A formulação proposta considera tempo mínimo e máximo de permanência dos lotes em estoque intermediário. Propõe-se também diversas diferentes estratégias de solução, compostas pela obtenção de uma solução inicial pela heurística *Enhanced Relax and Fix* e da heurística de melhoria *Fix and Optimize*. Em geral, os resultados mostram que as estratégias de solução aplicadas podem alcançar soluções competitivas, uma vez que foi possível encontrar soluções melhores em qualidade e em tempo computacional quando comparadas as soluções obtidas por um solver de otimização.

**Palavras chave:** Problemas multiestágios; estoque intermediário, máquinas paralelas, heurísticas de relaxação, *Fix and Optimize*.

## Abstract

This paper address the two-stage lot sizing and scheduling problem considering the production environment with parallel machines. We present a mathematical model that considers different items production and two productive stages in parallel machines and, an intermediate inventory between then. The mathematical model considers some characteristics about the time of permanence of the items in the intermediate inventory. Besides, we propose several solution strategies using the enhanced relax and fix to get an initial solution and different strategies of the fix and optimize heuristic improve the solution. The results showed that our heuristic strategies can achieve competitive solutions in short computational time, outperforming the solutions provided by the optimization solver.

**Keywords:** Intermediate inventory, parallel machines, relax heuristics, fix and optimize.



## 1. INTRODUÇÃO

O Planejamento e a Programação da Produção são constituídos de atividades industriais complexas de se realizar, dentre estas pode se citar o dimensionamento e o sequenciamento dos lotes. Estas duas atividades podem ser realizadas separadamente, ou ainda, de forma integrada, fator que pode aumentar sua complexidade. Assim, entre diversas características, ambientes em que se encontra muitas aplicações do dimensionamento e sequenciamento realizados simultaneamente são aqueles que possuem mais de um estágio produtivo. Para essa classe de problemas, segundo Meyr (2002) encontrar soluções factíveis é uma difícil tarefa.

O problema de dimensionamento e sequenciamento da produção em multies-tágio surge em aplicações reais onde pode ocorrer dependência entre as atividades realizadas nos diferentes estágios da produção. De modo geral, essa dependência exige que haja sincronia entre os estágios, tal que as decisões de dimensionamento e o sequenciamento dos lotes devam ser tomadas de forma integrada.

Um recente trabalho de revisão e classificação que leva em conta a integração dos problemas de dimensionamento e sequenciamento pode ser encontrado em Copil et al. (2016). Neste trabalho os autores destacam algumas aplicações que realizam as duas atividades e que possuem mais de um estágio. Os trabalhos de Ferreira (2009), Ferreira et al. (2012) e Ferreira et al. (2010) consideram um caso real de uma indústria de refrigerantes, em que o primeiro estágio é responsável pelo preparo das bebidas, enquanto no segundo estágio ocorre o envase e embalagem final dos produtos. Também, o trabalho de Baldo et al. (2014) apresenta um estudo de caso para a indústria cervejeira, que possui dois estágios, os lotes preparados no primeiro estágio permanecem em tanques de retenção por um tempo mínimo determinado, para que sejam realizados os processos de fermentação e maturação, antes de serem envasados no último estágio.

Além disso, o trabalho de Toscano et al. (2017) também apresenta um processo produtivo composto por dois estágios: preparo e envase. Este trabalho considera o processo de pasteurização das bebidas entre os dois estágios produtivos, bem como a necessidade de limpezas temporais programadas para manutenção dos tanques. Ademais, é possível encontrar diversas aplicações em ambientes fabris: indústria química, têxtil, de placas eletrônicas, indústria de papel, entre outras (TRANSCHEL et al., 2011), (CAMARGO; TOLEDO; ALMADA-LOBO, 2012), (FURLAN et al., 2015).

Este trabalho aborda um ambiente produtivo que possui dois estágios constituídos por máquinas paralelas. Nos trabalhos citados, o envase é realizado no segundo estágio por máquinas paralelas dedicadas a cada tanque do primeiro estágio, ou seja, já se conhece a priori a máquina que realizará o envase. No caso abordado por este trabalho, o número de máquinas do segundo estágio pode ser



diferente do primeiro, sendo assim, deve ocorrer a designação da máquina que pode realizar o processo de envase. De acordo com Seeanner e Meyr (2012), este tipo de problema possui complexidade NP-Hard, sendo assim, são propostas abordagens de soluções baseadas em estratégias de decomposição do problema.

Além desta seção de introdução e contextualização, apresenta-se uma descrição do problema na seção 2 e na terceira seção a formulação proposta. Em seguida apresentam-se os métodos de solução utilizados e posteriormente, na seção 5 os testes computacionais e resultados obtidos. Na última seção encontram-se as conclusões do trabalho.

## 2. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Considera-se que existe um espaço físico entre os estágios e que a produção ocorre ao longo de um horizonte de planejamento de cinco dias, que existem máquinas paralelas distribuídas em dois estágios e que esses estágios possuem dependência entre si, isto é, o processo do segundo estágio só pode ocorrer caso o lote do item já tenha sido produzido no primeiro. O número de máquinas por estágio pode variar e estas podem ser idênticas ou distintas. Ainda, são permitidos atrasos e estocagem dos lotes no final do segundo estágio, que incorrem em custos adicionais. A Figura 1 ilustra o ambiente produtivo abordado e as possibilidades de transição dos lotes entre os dois estágios.

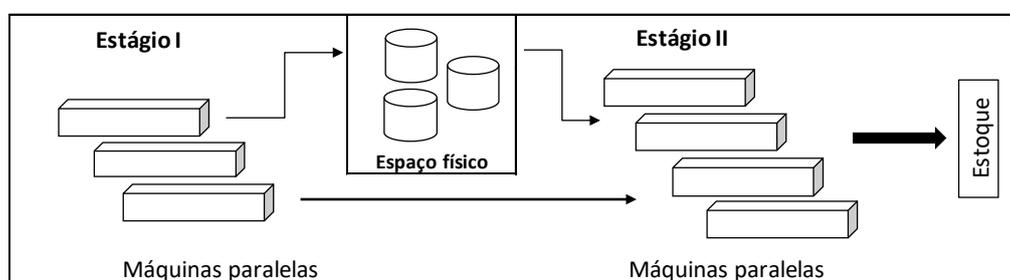


Figura 1 – Ilustração do ambiente produtivo em estudo.

Considera-se que os itens ao passarem pelo espaço físico intermediário devem respeitar algumas condições, descritas abaixo:

- 1) Tempo mínimo: são considerados ambientes produtivos onde é necessária a realização de um processo antes que o produto seja encaminhado para o estágio posterior. Por exemplo, a indústria de placas eletrônicas, que realiza o processo de secagem das placas após o primeiro estágio, antes do processo de soldagem que ocorre no segundo, como no trabalho de Ulbricht (2015); ou então indústria de cerveja, onde as bebidas precisam passar por um processo de fermentação e maturação antes do envase, apresentado por Baldo et al. (2014) e também a indústria de refrigerantes em que ocorre

a pasteurização entre os dois estágios como no trabalho de Toscano et al. (2017).

- 2) Tempo máximo: considera-se os casos em que os itens possuem um tempo de validade, ou seja, há um tempo limite permitido de permanência do produto fora da embalagem primária, como produtos perecíveis, por exemplo. Neste caso, se as máquinas do segundo estágio estiverem disponíveis, permite-se que os itens semiacabados sejam processados no segundo estágio imediatamente após a finalização da produção no primeiro. Caso contrário, os itens podem ficar armazenados no estoque intermediário até um tempo máximo permitido.

### 3. MODELO MATEMÁTICO PARA DOIS ESTÁGIOS COM INTERVALO DE TEMPO DE PERMANÊNCIA EM ESTOQUE INTERMEDIÁRIO (MM-TPEI)

O modelo considera a divisão de macro períodos em micro períodos de tamanhos variáveis, característica presente no Problema Geral de Dimensionamento e Sequenciamento de Lotes em Máquinas Paralelas (GLSPPL), proposto por Meyr (2002). Considera-se também demanda determinística e horas extras, propriedades presentes no Problema Geral de Dimensionamento e Sequenciamento de Lotes para Múltiplos Estágios (GLSPMS) (SEEANNER; MEYR, 2013).

Ainda, a formulação proposta considera as características de tempos mínimos e/ou máximos de permanência dos itens em estoque intermediário apresentados na seção 2, representa ambientes que possuem dois estágios com máquinas paralelas heterogêneas, sendo aplicáveis também para máquinas paralelas idênticas ou uma única máquina disponível por estágio, características estas que podem ser adaptadas de acordo com as necessidades práticas do problema.

Define-se os índices do modelo como, conjunto de estágios produtivos  $\Theta = \{I, II\}$  e o número de máquinas por estágio como  $K^\theta$ . São definidos  $N$  como o número de itens,  $T$  o número de macro períodos e  $W$  o número de micro períodos. Os respectivos índices são definidos como:

$i, j \in \{1, \dots, N\}, t \in \{1, \dots, T\}, s \in \{1, \dots, W\}, \theta \in \Theta = \{I, II\}, k \in \{1, \dots, K^\theta\}$  Apresentam-se nos Quadros 1 e 2 os parâmetros e as variáveis utilizadas nas duas formulações matemáticas apresentadas neste trabalho.



Quadro 1 – Parâmetros utilizados nas formulações matemáticas

Parâmetro	Descrição
$\alpha_{k,\vartheta}$	Conjunto de itens que podem ser produzidos na máquina $k$ no estágio $\vartheta$
$S_t$	Conjunto de micro períodos pertencentes ao macro período $t$
$CA_{kt}^\vartheta$	Capacidade de produção disponível (em minutos) na máquina $k$ pertencente ao estágio $\vartheta$ no macro período $t$
$CP_{ijk}^\vartheta$	Custo de produção para produzir o item $i$ na máquina $k$ no estágio $\vartheta$
$CH_k^\vartheta$	Custo em minutos extras do funcionamento de cada máquina $k$ no estágio $\vartheta$
$CS_{ijk}^\vartheta$	Custo de <i>setup</i> para produzir o item $j$ imediatamente após o item $i$ na máquina $k$ no estágio $\vartheta$
$ST_{ijk}^\vartheta$	Tempo de <i>setup</i> para produção do item $j$ imediatamente após o item $i$ na máquina $k$ no estágio $\vartheta$
$ST_{oik}^\vartheta$	Tempo de <i>setup</i> para produzir o item $i$ na máquina $k$ no estágio $\vartheta$ no início do horizonte de planejamento
$TP_{ik}^\vartheta$	Tempo consumido para produção de uma unidade do item $i$ na máquina $k$ no estágio $\vartheta$
$LM_{ik}^\vartheta$	Lote mínimo do item $i$ que poderá ser produzido na máquina $k$ no estágio $\vartheta$
$x_{iko}^\vartheta$	É igual a 1 se a máquina $k$ do estágio $\vartheta$ está preparada para produzir o item $i$ no início do horizonte de planejamento e 0 caso contrário
$QE_{kt}^\vartheta$	Quantidade máxima permitida em minutos extras para produção na máquina $k$ do estágio $\vartheta$ no macro período $t$
$I_{i,0}^{-II}$	Quantidade do item $i$ com demanda não atendida no estágio II no início do horizonte de planejamento
$I_{i0}^+$	Quantidade do item $i$ , existente no estoque intermediário no início do horizonte de planejamento
$Q_{it}^+$	Quantidade máxima permitida de estoque intermediário do item $i$ no macro período $t$
$Q_{it}^{-II}$	Quantidade máxima permitida de demanda não atendida no estágio II do item $i$ no macro período $t$
$D_{it}$	Demanda do item $i$ no macro período $t$
$TMax_i$	Tempo máximo de permanência em estoque intermediário de um lote do item $i$
$TMin_i$	Tempo mínimo de permanência em estoque intermediário de um lote do item $i$
$CE_i$	Custo por período para manter uma unidade do item $i$ em estoque intermediário
$G_i$	Custo por período do atraso de entrega do lote do item $i$ no estágio II;
$M$	Número suficientemente grande.

Quadro 2 –Variáveis utilizadas nas formulações matemáticas

Variável	Descrição
$q_{iks}^{\theta}$	Quantidade do item i produzido na máquina k do estágio $\theta$ no micro período s
$qe_{it}$	Quantidade do item i enviada ao estoque intermediário no macro período t
$x_{iks}^{\theta}$	É igual a 1 se a máquina k do estágio $\theta$ está preparada para produzir o item i no micro período e 0 caso contrário
$z_{iks}^{\theta}$	É igual a 1, quando o item i é produzido na máquina k do estágio $\theta$ no micro período s e 0 caso contrário
$ze_{it}^I$	É igual a 1, quando o item i é produzido no estágio I, no macro período t em alguma das máquinas e 0 caso contrário
$y_{ijks}^{\theta}$	É igual a 1, se há setup do item i para o item j na máquina k do estágio $\theta$ no micro período s e 0 caso contrário
$hm_{ikt}^{\theta}$	Instante de término (em minutos) do lote do item i em cada macro período t para cada máquina k do estágio $\theta$
$ht_{it}^I$	Instante de término (em minutos) do lote do item i em cada macro período t em todas as máquinas (estágio I)
$he_{it}^I$	Instante de término (em minutos) do lote do item i em cada macro período t (estágio I), somado ao tempo mínimo em que o lote deve permanecer em estoque intermediário
$hi_{ikt}^{II}$	Instante (em minutos) em que o item i inicia o processamento no estágio II na máquina k no período t
$e_{kt}^{\theta}$	Quantidade em minutos extra para produção na máquina k do estágio $\theta$ no período t
$I_{it}^{+}$	Quantidade do item i armazenada no estoque intermediário no final do período t
$I_{it}^{-II}$	Quantidade do item i com demanda não atendida no final do período t no estágio II.

$$\min Z = \sum_{\theta} \sum_{i \in \alpha_{K^{\theta}}} \sum_{j \in \alpha_{K^{\theta}}} \sum_{k=1}^{K^{\theta}} \sum_{s=1}^W CS^{\theta}_{ijk} \cdot y^{\theta}_{ijks} + \sum_{\theta} \sum_{i \in \alpha_{K^{\theta}}} \sum_{k=1}^{K^{\theta}} \sum_{s=1}^W CP^{\theta}_{ik} \cdot q^{\theta}_{iks} + \sum_{\theta} \sum_{k=1}^{K^{\theta}} \sum_{t=1}^T CH^{\theta}_k \cdot e^{\theta}_{kt} + \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (G_i \cdot I_{it}^{-II} + CE_i \cdot I_{it}^{+}) \quad (1)$$

$$TP^{\theta}_{ik} \cdot q^{\theta}_{iks} \leq (CA^{\theta}_{kt} + ME^{\theta}_{kt}) \cdot x^{\theta}_{iks} \quad \forall \theta, i \in SP_{K^{\theta}}, k, s \in W_t \quad (2)$$

$$q^{\theta}_{iks} \geq LM^{\theta}_{ik} \cdot (x^{\theta}_{iks} - x^{\theta}_{iks-1}) \quad \forall \theta, i \in SP_{K^{\theta}}, k, s \quad (3)$$

$$\sum_{i \in \alpha_{K^{\theta}}} x^{\theta}_{iks} = 1 \quad \forall \theta, i, j, k, s \quad (4)$$

$$y^{\theta}_{ijks} \geq x^{\theta}_{iks-1} + x^{\theta}_{jks} - 1 \quad \forall \theta, i, j, k, s \quad (5)$$

$$LM^{\theta}_{ik} \cdot z^{\theta}_{iks} \leq q^{\theta}_{iks} \leq \sum_{t=1}^T D_{it} \cdot z^{\theta}_{iks} \quad \forall \theta, i, k, s \quad (6)$$

$$\sum_{s \in W_t} z^{\theta}_{iks} \leq 1 \quad \forall \theta, i, k, t \quad (7)$$

$$\sum_{i \in \alpha_{K^{\theta}}} z^{\theta}_{ik(s-1)} \geq \sum_{i \in \alpha_{K^{\theta}}} z^{\theta}_{iks} \quad \forall \theta, k, t; s \in W_t \quad (8)$$

$$hi^{\theta}_{jkt} \geq hi^{\theta}_{ikt} + TP^{\theta}_{ik} \cdot \sum_{s \in W_t} q^{\theta}_{iks} + ST^{\theta}_{ijk} + M \cdot \sum_{s \in W_t} y^{\theta}_{ijks} - M \quad \forall \theta, k, \quad i \neq j, t \quad (9)$$

$$hi^{\theta}_{ikt} \leq M \cdot \sum_{s \in W} z^{\theta}_{iks} \quad \forall \theta, i, k, t \quad (10)$$

$$hi^{\theta}_{ikl} \geq ST^{\theta}_{0ik} \cdot z^{\theta}_{ik} \quad \forall \theta, i, k, t \quad (11)$$

$$hm^{\theta}_{ikt} = ht^{\theta}_{ikt} + TP^{\theta}_{ik} \cdot \sum_{s \in W_t} q^{\theta}_{iks} \quad \forall \theta, i, k, t \quad (12)$$

$$e^{\theta}_{kt} \geq hm^{\theta}_{ikt} - CA^{\theta}_{kt} \quad \forall \theta, i \in SP_{K^{\theta}}, k, t \quad (13)$$

$$e^{\theta}_{kt} \leq QE^{\theta}_{kt} \quad \forall \theta, k, t \quad (14)$$

$$ht^1_{it} \geq hm^1_{ikt} \quad \forall i, k = 1, \dots, K^1, t \quad (15)$$

$$ht^1_{it} \leq M \cdot ze_{it} \quad \forall i, t \quad (16)$$

$$qe_{it} = \sum_{k=1}^{K^1} \sum_{s \in W_t} q^1_{iks} \quad \forall i \in SP_{K^{\theta}}, k \quad (17)$$

$$ze^1_{it} \leq \sum_{k=1}^{K^1} \sum_{s \in W_t} q^1_{iks} \leq M \cdot ze^1_{it} \quad \forall i, t \quad (18)$$

$$he^1_{it} \leq ht^1_{it} + TMax_t \cdot ze^1_{it} \quad \forall i, t \quad (19)$$

$$he^1_{it} \geq ht^1_{it} + TMin_t \cdot ze^1_{it} \quad \forall i, t \quad (20)$$

$$he^1_{it} \geq ht^1_{it} \quad \forall i, t \quad (21)$$

$$\sum_{k=1}^{K^{II}} \sum_{s \in W_t} q^{II}_{iks} = qe_{it} + I_{it}^{+} - I_{it}^{-} \quad \forall i, t \quad (22)$$

$$I_{it}^{+} \leq Q_{it}^{+} \quad \forall i, t \quad (23)$$

$$\sum_{k=1}^{K^{II}} \sum_{s \in W_t} q^{II}_{iks} - I_{it}^{-II} + I_{it}^{-} = D_{it} \quad \forall i, t \quad (24)$$

$$I_{it}^{-II} \leq Q_{it}^{-II} \quad \forall i, t \quad (25)$$

$$hi^{II}_{ikt} \geq he^1_{it} \quad \forall i, t \quad (26)$$

$$\begin{aligned} q^{\theta}_{iks}, I_{it}^{+}, I_{it}^{-II} &\in Z^{+} \quad \forall \theta, k \in K^{\theta}, i, t, s \\ x^{\theta}_{iks}, z^{\theta}_{iks}, ze_{it} &\in [0, 1] \quad \forall \theta, k \in K^{\theta}, i, t, s \\ y^{\theta}_{ijks}, hm^{\theta}_{ikt}, e^{\theta}_{kt}, qe_{it}, ht^1_{it}, he^1_{it}, hi^{II}_{ikt} &\geq 0 \quad \forall \theta, k \in K^{\theta}, i, j, t, s \end{aligned} \quad (27)$$

A Função Objetivo (1) busca minimizar a soma total dos custos de *setup*, produção, horas extras de trabalho, atraso e estoque. As restrições (2) garantem que a utilização de cada máquina é dada pela capacidade diária somada ao tempo permitido de horas extras. As restrições (3) determina o lote mínimo de produção e o (4) garante que cada máquina esteja pronta para produzir um tipo de item por micro período. As restrições (5) controlam a troca de lotes. Já as restrições (6) e (7) garantem que a quantidade produzida no micro período será maior ou igual que o lote mínimo e menor ou igual à demanda do macro período.

O conjunto de restrições (8) garantem que cada máquina pode produzir somente um lote de um item por micro período e (9) ordena a produção em micro períodos consecutivos, e caso haja mais micro períodos que itens no macro período, os micro períodos ociosos ficam no final do macro período. As restrições (10), (11) e (12) são responsáveis por calcular o instante de início de cada lote. O conjunto de restrições (13) determina o instante de término de processamento de um lote do item  $i$  em cada máquina. Já as expressões (14) e (15) representam as quantidades extras em minutos, necessárias para cada máquina no macro período.

As expressões (16) e (17) se referem ao término de processamento do lote no estágio I, o que indica que o lote foi produzido no estágio I ( $ze_{it} = 1$ ). O conjunto de restrições (18) determina que todos os itens processados no estágio I durante o macro período  $t$  sejam enviados para o estoque intermediário.

O conjunto de restrições (19) e (20) estabelecem um limite entre tempo mínimo e máximo de permanência em estoque intermediário para o item  $i$ . Se o tempo mínimo de permanência for zero, o conjunto (20) é igual ao conjunto (21), o que assegura que o instante de término de processamento do lote do item  $i$  no período  $t$  no estágio I, somado ao tempo que o item permaneceu no estoque intermediário seja maior ou igual (quando for zero) ao instante de término do processamento no primeiro estágio. Sendo assim, o item pode seguir diretamente do primeiro para o segundo estágio, caso haja máquina disponível.

As restrições (23) garantem a quantidade máxima permitida em estoque no final da produção em cada macro período e as expressões (24) são responsáveis pelo balanceamento da quantidade processada no primeiro e segundo estágio, o que assegura que a demanda do macro período seja atendida. Já (25) garantem a quantidade máxima permitida de atraso por macro período no estágio II e (26) controla o início do processamento no segundo estágio depois que o lote deixar o estoque intermediário. Por fim, em (27) definem-se os domínios das variáveis de decisão.



## 4. MÉTODO DE SOLUÇÃO

As abordagens de solução foram implementadas na linguagem de programação VB.Net e utilizou-se o solver *Gurobi Optimization* versão 7.0.1.

### 4.1 Solução Inicial

A heurística *Relax and Fix* (RF) consiste em decompor o problema original em  $k$  partições e relaxar as variáveis inteiras e/ou binárias do subproblema. De acordo com Escudero e Salmeron (2005) a heurística RF pode gerar soluções infactíveis, dependendo das variáveis que se encontram fixas em alguma iteração. Com o objetivo de evitar este tipo de problema utilizou-se como método para encontrar uma solução inicial a heurística *Enhanced Relax and Fix* (ERF) proposta por Escudero e Salmeron (2005), apresentada na Figura 2. Considerando  $IP$  o problema original para minimização,  $V^{IP}$  o limitante superior,  $V_{IP}$  o limitante inferior e  $V(IP^k)$  a solução ótima para o problema  $IP$ .

```
Entrada: Partição  $V_1, \dots, V_k$ , para um dado numero de
partições  $k \geq 1$  e uma tolerância de Gap  $\varepsilon > 0$ .;
Entre com  $r = 1$ ;
Passo 1: Resolva  $IP^1$ ;
if  $IP^1$  é infactível then
    | PARE: Problema  $IP$  é infactível;
    | Caso contrário, faça  $V^{IP} = V(IP^1)$ ;
end
Passo 2: if  $r = k$  then
    | faça  $V_{IP} = V(IP^k)$  e PARE: Problema  $IP$  é factível;
    | Caso contrário, aumente  $r$  em 1;
end
Passo 3: Resolva  $IP^r$ ;
if  $IP^r$  é factível e  $(V^{IP} - V_{IP})/V_{IP} \leq \varepsilon$  then
    | volte ao Passo 2
end
Passo 4: (Agrupando do fim para o incio): Redefina a
estrutura de partição

$$\begin{cases} V_{r-1} \leftarrow V_{r-1} \cup V_r \\ V_i \leftarrow V_{i+1}, \forall i = r, \dots, k-1 \\ k \leftarrow k-1 \end{cases}$$
 Diminua  $r$  em 1;
if  $r = k$  then
    | volte ao Passo 1;
    | Caso contrário, volte ao Passo 3
end
```

Figura 2 – Algoritmo *Enhanced Relax and Fix*.

A estratégia de ERF para obtenção de uma solução inicial, aplicada neste trabalho considera os itens como as partições que geram os subproblemas.

## 4.2 Heurística Fix and Optimize

Após encontrar uma solução inicial pela heurística ERF aplicou-se estratégias de *Fix and Optimize* (F&O) com o objetivo de melhorar a solução. Este método foi proposto por Helber e Sahlind (2010) e tem sido utilizado com objetivo de melhorar soluções (SEL; BILGEN, 2014), (LI; SONG; WU, 2015) e (LI et al., 2017). A estratégia F&O *Forward* consiste em dividir o problema original em subproblemas e resolvê-los em ordem cronológica. Em cada iteração um subproblema com as variáveis da partição corrente é resolvido, enquanto as variáveis dos outros subproblemas são determinadas como parâmetros. Se a solução factível encontrada na iteração atual é melhor que as soluções anteriores, esta passa a ser a solução atual.

## 4.3 Random Fix and Optimize Forward

A estratégia *Random Fix and Optimize Forward* (RFOF) baseia-se na heurística F&O *Forward* e tem por objetivo explorar um espaço de busca maior a cada iteração do método, permitindo também realizar a diversificação deste espaço de busca. A Figura 3 ilustra o funcionamento de três iterações do método.

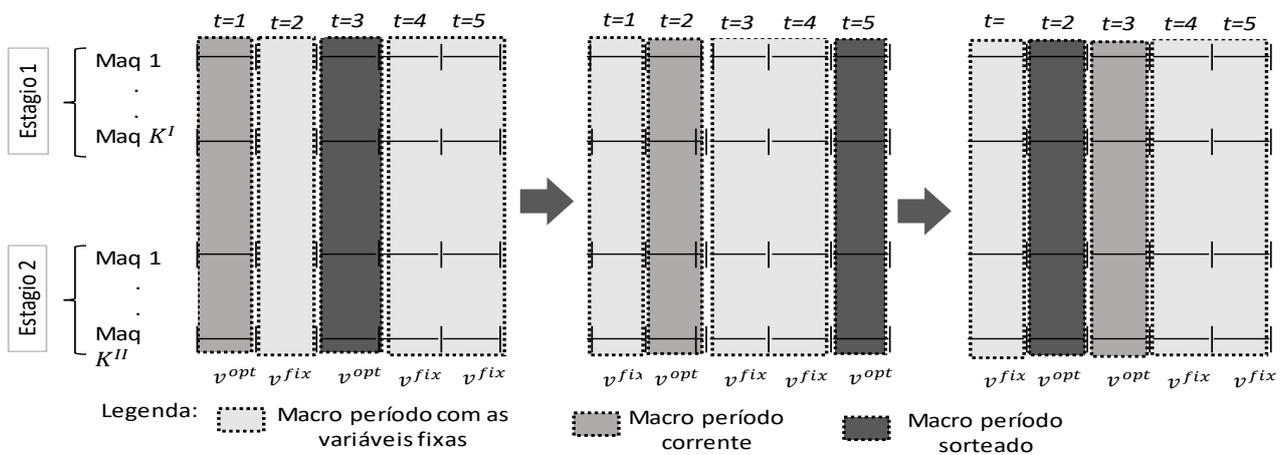


Figura 3 – Funcionamento da estratégia RFOF. Fonte: Os autores (2019).

Diversas estratégias foram aplicadas na solução dos problemas. Variou-se as estratégias quanto às partições, deixando a variável que determina o tamanho dos lotes ( $\lambda$ ) livre a cada iteração e mantendo as demais variáveis inteiras e binárias fixas, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Estratégias F&amp;O aplicadas

Estratégia	Partição	Variáveis fixas
F1	Macro período	$x_{iks\theta}, z_{iks\theta}, z_{\theta it}$
F2	Macro período + macro período randômico	$x_{iks\theta}, z_{iks\theta}, z_{\theta it}$
F3	Item	$x_{iks\theta}, z_{iks\theta}, z_{\theta it}$
F4	Item + item randômico	$x_{iks\theta}, z_{iks\theta}, z_{\theta it}$
F5	Máquina	$x_{iks\theta}, z_{iks\theta}, z_{\theta it}$
F6	Máquina + máquina randômica	$x_{iks\theta}, z_{iks\theta}, z_{\theta it}$
F7	Estágio I/macro período e estágio II/macro período	$x_{iks\theta}, z_{iks\theta}, z_{\theta it}$
F8	Estágio I/item e estágio II/item	$x_{iks\theta}, z_{iks\theta}, z_{\theta it}$

## 5. TESTES E RESULTADOS COMPUTACIONAIS

### 5.1 Testes Computacionais

Os testes computacionais foram divididos em dois grupos: problema com dois estágios, máquinas paralelas idênticas com tempos de *setup* dependentes e não dependentes da sequência. As instâncias foram geradas baseadas em dados reais decorrentes de uma indústria brasileira de placas eletrônicas. Foram adicionados os tempos de permanência em estoque intermediário, que foram gerados de acordo com o método proposto por Taillard (1993).

Foram realizados testes computacionais para as instâncias com dez itens diferentes, produção em um horizonte de planejamento de cinco dias com oito horas de trabalho diárias e permissão de no máximo duas horas extras, variando-se a quantidade de máquinas disponíveis por estágio. Sendo assim, os conjuntos de dados gerados possuem as seguintes características: problemas A1, com duas máquinas por estágio e tempos de *setup* não dependentes da sequência; a nomenclatura A2 representa os problemas com duas máquinas por estágio e tempos de *setup* dependentes da sequência. Já os problemas B1 e B2 representam os casos em que se tem três máquinas paralelas no estágio 1 e quatro no segundo; com tempos de *setup* não dependentes e dependentes da sequência, respectivamente.

### 5.2 Resultados e Discussões

Para fins de comparação e validação dos métodos propostos, os problemas gerados foram resolvidos pelos modelos matemáticos propostos e pelos métodos heurísticos apresentados. A solução dos modelos realizada pelo solver teve como critério de parada 24 horas de solução, ou até provar a otimalidade do problema.

Para as estratégias heurísticas propostas, os subproblemas foram resolvidos por 600 segundos após a primeira solução factível atingida pelo solver e uma hora sem melhoria da solução corrente Z. Apresenta-se na Tabela 2 os resultados obtidos na seguinte ordem: Melhor Limitante Inferior Conhecido (MLIC), Solução encontrada pelo solver em 24 horas, Solução inicial da heurística ERF, Solução atingida pela heurística F&O partindo da solução inicial, os tempos despendidos por cada método e GAP.

O MLIC foi coletado de acordo com os testes realizados pelo solver durante as 24 horas de solução, para calcular o GAP utilizou-se a expressão (28):

$$GAP (\%) = \frac{(Z - MLIC)}{Z} \times 100 \quad (28)$$

Tabela 2 – Resultados

Problema	Abordagem Heurística							
	Solver		Solução Inicial		Melhoria da Solução			GAP (%)
	MLIC	Z	ZERF	Time (s)	Estratégia F&O	ZF&O	Tempo F&O	
A1	2419	2715	3415	4901	F1	2744	11556,4	11,8
					F2	2747	9811,68	11,9
					F3	3415	3600,00	29,2
					F4	3415	3778,03	29,2
					F5	3415	11166,9	29,2
					F6	3415	57503,8	29,2
					F7	2828	7222,45	14,5
					F8	2950	3601,06	18,0
A2	2333	2778	4582	2407	F1	2759	9635,81	15,4
					F2	2839	3810,94	17,8
					F3	4582	3604,68	49,1
					F4	2767	3706,69	15,7
					F5	2853	9415,20	18,2
					F6	2895	3600,00	19,4
					F7	2806	6061,51	16,9
					F8	2830	3609,18	17,6
B1	2497	3081	3343	4480	F1	3825	14084,0	34,7
					F2	3270	6318,8	23,6
					F3	3489	3600,0	28,4
					F4	3039	3739,5	17,8
					F5	3304	7059,2	24,4
					F6	3340	7426,0	25,2
					F7	3340	3600,0	25,2
					F8	3423	3600,0	27,1

				F1	3032	10008,6	21,7	
				F2	4948	3669,73	52,0	
				F3	3551	3600,00	33,1	
B2	2374,38	-	4153	20835	F4	3069	3765,74	22,6
				F5	4153	3600	42,8	
				F6	4262	3600	44,3	
				F7	4153	3600,00	42,8	
				F8	3363	3600,00	29,4	

De acordo com os resultados apresentados, observa-se que apenas para a instância A1 as estratégias heurísticas não apresentam soluções melhores que as atingidas pelo solver. Já para as outras instâncias, ao menos em um caso há solução melhor em qualidade. Em todos os casos as abordagens heurísticas aplicadas despendem menor tempo computacional que a solução do solver. Em alguns casos, como A2 e B2, mais de uma estratégias heurística proposta apresenta solução com menor custo operacional além de tempo computacional de solução inferior. Por exemplo, para a instância B2, que dentre as testadas pode ser considerada a mais complexa devido à configuração do ambiente produtivo, somente a solução do modelo matemática não é capaz de encontrar nenhuma solução factível durante 24 horas, enquanto que a ERF já encontra uma solução viável para o problema em menos de 6 horas.

Cabe observar a viabilidade da heurística de melhoria F&O a partir de uma solução inicial, uma vez que, na maior parte dos casos há melhoria significativa da solução em pouco tempo computacional, quando comparado ao tempo testado pelo solver. Dentre as estratégias aplicadas, a estratégia que utiliza o macro período como partição obteve melhores resultados comparado as outras estratégias em três dos quatro ambientes testados, exceto para o problema B1, que teve esse resultado para a estratégia que utiliza a estratégia RFOF com os itens como partição.

## 6. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi proposta uma formulação matemática para o problema em dois estágios com máquinas paralelas, abordou-se situações como tempo de permanência dos lotes em um espaço físico entre os estágios por diferentes razões. Além disso, aplicou-se para a solução dos modelos, métodos heurísticos baseados na decomposição e relaxação do problema.

Diversas estratégias de solução foram aplicadas, de acordo com as variáveis e partições dos problemas a serem fixas e livres por iteração. Realizou-se testes com a heurística ERF para obtenção da solução inicial utilizando os itens como partição e a partir da solução inicial obtida aplicou-se diversas estratégias de F&O.

Dentre as estratégias de F&O apresentadas, variando as na decomposição do problema, para a maior parte as instâncias foi possível encontrar ao menos uma solução melhor em relação em qualidade, e em todos os casos obteve-se melhor resultado em relação a tempo de computacional. Além disso, a heurística F&O se mostrou viável para o problema abordado, uma vez que há melhoria significativa da solução inicial em pouco tempo de solução em todas as instâncias testadas. Ademais, para o problema B2 o solver não foi capaz de encontrar uma solução factível em 24 horas, enquanto a todas as estratégias heurísticas aplicadas encontraram soluções viáveis em tempo inferior.

## REFERÊNCIAS

- BALDO, T. A. et al. An optimization approach for the lot sizing and scheduling problem in the brewery industry. **Computers and Industrial Engineering**, v. 72, n. 1, p. 58–71, 2014.
- CAMARGO, V. C. B.; TOLEDO, F. M. B.; ALMADA-LOBO, B. The Journal of the Operational Research Society, **The Journal of the Operational Research Society**, v. 63, n. 11, p. 1613–1630, 2012.
- COFIL, K. et al. Simultaneous lotsizing and scheduling problems : a classification and review of models. **OR Spectrum**, 2016.
- ESCUADERO, L. F.; SALMERON, J. On a fix-and-relax framework for a class of project scheduling problems. **Annals of Operations Research**, v. 140, n. 1, p. 163–188, 2005.
- FERREIRA, D. et al. Single-stage formulations for synchronised two-stage lot sizing and scheduling in soft drink production. **International Journal of Production Economics**, v. 136, n. 2, p. 255–265, 2012.
- FERREIRA, D.; MORABITO, R.; RANGEL, S. Solution approaches for the soft drink integrated production lot sizing and scheduling problem. **European Journal of Operational Research**, v. 196, n. 2, p. 697–706, 2009.
- FERREIRA, D.; MORABITO, R.; RANGEL, S. Computers & Operations Research Relax and fix heuristics to solve one-stage one-machine lot-scheduling models for small-scale soft drink plants. **Computers and Operation Research**, v. 37, n. 4, p. 684–691, 2010.
- FURLAN, M. et al. Author 's Accepted Manuscript. **Computers and Operation Research**, v. 59, p. 33–50, 2015.
- HELBER, S.; SAHLING, F. Int . J . Production Economics A fix-and-optimize approach for the multi-level capacitated lot sizing problem. **Intern. Journal of Production Economics**, v. 123, n. 2, p. 247–256, 2010.
- LI, L. et al. Fix-and-optimize and variable neighborhood search approaches for stochastic multi-item capacitated lot-sizing problems. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2017, 2017.
- LI, L.; SONG, S.; WU, C. Solving a Multi-Level Capacitated Lot Sizing Problem with Random Demand via a Fix-and-Optimize heuristic. 2015 **IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2015** - Proceedings, n. Liuxi Li, p. 2721–2728, 2015.
- MEYR, H. Simultaneous lotsizing and scheduling on parallel machines. **European Journal of Operational Research**, v. 139, n. 2, p. 277–292, 2002.
- SEEANNER, F.; MEYR, H. for flow line production. 2012.
- SEEANNER, F.; MEYR, H. Computers & Operations Research Combining the principles of variable neighborhood decomposition search and the fix & optimize heuristic to solve multi-level lot-sizing and scheduling problems. **Computers and Operation Research**, v. 40, n. 1, p. 303–317, 2013.
- SEL, Ç.; BILGEN, B. Hybrid simulation and MIP based heuristic algorithm for the production and distribution



planning in the soft drink industry. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 33, n. 3, p. 385–399, 2014.

TAILLARD, E. Benchmarks for basic scheduling problems. **European Journal of Operational Research**, v. 64, p. 278–285, 1993.

TOLEDO, C. F. M. et al. The Synchronized and Integrated Two-Level Lot Sizing and Scheduling Problem: Evaluating the Generalized Mathematical Model. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2015, n. 2009, 2015a.

TOSCANO, A.; FERREIRA, D.; MORABITO, R. A decomposition heuristic to solve the two-stage lot sizing and scheduling problem with temporal cleaning. **Flexible Services and Manufacturing Journal**, p. 1–32, 2017.

TRANSCHEL, S. et al. A hybrid general lot-sizing and scheduling formulation for a production process with a two-stage product structure. **International Journal of Production Research**, v. 49, n. 9, p. 2463–2480, 2011.

ULBRICHT, G. **Um Modelo De Planejamento Da Produção Multiestágio Com Estoques**. Curitiba, 140 p., 2015. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.



**O DIAGNÓSTICO INICIAL  
NA IMPLANTAÇÃO DO LEAN  
MANUFACTURING: UM ESTUDO  
DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE  
ELETRÔNICOS**

INITIAL DIAGNOSIS IN LEAN MANUFACTURING IMPLEMENTATION:  
A CASE STUDY IN AN ELECTRONICS INDUSTRY

**Nayara Cardoso de Medeiros  
Tairo Pinto de Freitas  
Renata de Oliveira Mota  
Moacir Godinho Filho  
Luciano Queiroz de Araújo Júnior**

## Resumo

A implementação do lean pode ter vários caminhos de acordo com a característica de cada organização e dependem, entre outros, da situação da organização antes de iniciá-la. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um diagnóstico inicial para a implementação do *lean manufacturing* em uma indústria de eletrônicos. Para a realização da pesquisa dividiu-se a avaliação em cinco categorias: consciência operacional, excelência operacional, indicadores na redução de desperdícios, na capacitação e nos métodos e ferramentas. Com base nesse diagnóstico inicial, utilizou-se a ferramenta 5w1h para sugerir um plano de implementação com a seguinte sequência: treinamento e envolvimento dos funcionários, 5s, gestão visual, mapeamento e processo, troca rápida de ferramenta, mapeamento de fluxo de valor, evento kaizen, manutenção autônoma e padronização das melhorias. As implicações práticas desse trabalho consistem em alertar as empresas que buscam implementar o lean sobre a importância do diagnóstico inicial da empresa e da necessidade de desenvolver um roteiro de implementação específico baseado na situação da empresa e nos seus principais recursos.

**Palavras chave:** *Diagnóstico inicial, Lean Manufacturing, 5W1H*

## Abstract

Lean's implementation may have various ways according to the characteristics of each organization and depends, between otherwise, on the situation of the organization before starting it. However, the purpose of this work was developed an initial diagnosis for the implementation of lean manufacturing in an electronics industry. For the performance of the research divided the evaluation in five categories: operational consciousness, operational excellence, waste reduction indicators, training and methods and tools. Based on this initial diagnosis, the 5w1h tool was used to suggest a plan of implementation with the following sequence: employee training and involvement, 5s, visual management, mapping and process, quick tool exchange, value flow mapping, event kaizen, autonomous maintenance and standardization of improvements. The practical implications of this work are to alert the companies that seek to implement the lean on the importance of the initial diagnosis of the company and the need to develop a specific implementation root based on the situation of the company and on its main resources.

**Key-words:** Initial diagnosis, Lean Manufacturing, 5W1H



## 1. INTRODUÇÃO

A manufatura enxuta desperta o interesse para a competitividade operacional e organizacional por décadas (BAI; SATIR; SARKIS, 2017). Desde o seu desenvolvimento pela Toyota Motor Company, o Sistema Toyota de Produção, posteriormente popularizado como Lean manufacturing no livro intitulado “A máquina que mudou o mundo” de Womack, Jones e Ross (2004), ganhou bastante destaque entre pesquisadores e empresas. Os pesquisadores buscam, cada vez mais, entender a filosofia e os fatores que levam ao sucesso da sua implementação. Enquanto as empresas buscam implementar as práticas enxutas a fim de diminuir seus desperdícios e melhorar a sua produtividade, de modo a se manterem competitivas no mercado.

O Lean manufacturing pode ser conceituado de acordo com Shah e Ward (2007, p. 791), como “um sistema sócio técnico integrado cujo principal objetivo é eliminar os desperdícios por meio da redução ou da minimização simultânea da variabilidade de processos internos, de fornecedores e de clientes”.

Quanto à implementação do lean, observa-se que pode ter vários caminhos de acordo com a característica de cada organização e que não se deve fazer da mesma forma que foi originalmente implementada no Sistema Toyota de Produção, e sim desenvolver seu próprio modelo de produção (LEE; JO, 2007), pois as implementações são únicas e dependem do diagnóstico inicial da organização e dos tipos de recursos que a mesma possui (LEWIS, 2000).

Sabendo-se disso, esse trabalho busca realizar um diagnóstico inicial para a implementação do lean manufacturing em uma indústria de eletrônicos. Após o diagnóstico inicial foi proposto um plano de implementação com base na realidade da empresa estudada.

## 2. LEAN MANUFACTURING

O lean manufacturing compreende que a melhoria dos processos ocorre por meio de atividades que detectem o problema, juntamente com os desperdícios, eliminam os mesmos, medem e avaliam a mudança. Este processo tende a ser personalizado para cada empresa, assim não há fórmula na qual as variáveis dê um resultado exato (CALSAVARA, 2016).

Azevedo (2011) acredita que o ponto de partida para a implementação do lean é a “preparação do terreno”, conhecendo a situação atual da empresa e ocasionando uma autêntica revolução para envolver todos os elementos da empresa, desde a gestão de topo aos operários.



Durante todo o processo de implementação do lean, é necessário que haja consistência, de modo a promover o envolvimento, a compreensão, e o empenho de todos, principalmente o pessoal da produção que determinará o sucesso ou fracasso do projeto (AZEVEDO, 2011). Logo, faz-se necessário interferir na cultura organizacional. Segundo Bartz et al. (2013), “a cultura pode ser definida como uma programação mental de um grupo ou uma sociedade formando uma identidade coletiva que influencia na interpretação da realidade”. Afinal, muitas empresas tentam implantar os métodos do lean, porém fracassam por não perceberem que faz-se necessário algumas adaptações, afinal a cultura oriental é muito diferente da ocidental.

Entre sucesso e fracassos tornou-se prática comum avaliar as empresas no ocidente por níveis de implementação do Lean. Afinal, como afirmam Walter e Tubino (2013) é grande a preocupação em como implantar o lean, porém avaliar o quão enxutas as empresas se apresentam, têm recebido menos atenção na literatura. Para realizar este tipo de avaliação, tornou-se fundamental o desenvolvimento de métodos e ferramentas de diagnóstico.

### 3. MÉTODO

Esta pesquisa possui natureza exploratória, com o uso dos métodos de revisão bibliográfica e estudo de caso para melhor investigação do fenômeno proposto. Para sistematizar esta execução, foram desenvolvidas duas etapas, as quais encontram-se detalhadas no Quadro 1.

<b>1ª: Revisão de literatura</b>	<b>O quê?</b>	<b>Como?</b>
1.1 <i>Lean Manufacturing</i>	Identificar os conceitos sobre o <i>lean</i> na literatura	Revisão bibliográfica
<b>2ª: Estudo de caso</b>	<b>O quê</b>	<b>Como?</b>
2.1 Diagnóstico da situação inicial da empresa	Identificar níveis de consciência operacional	Entrevista semiestruturada Observação <i>in loco</i>
	Identificar níveis de excelência operacional	
	Identificar níveis de utilização de indicadores	
	Identificar práticas de redução de desperdícios	
	Identificar ações de capacitação	
	Identificar foco de implementação de métodos e ferramentas <i>lean</i>	

2.2 Plano de ação para a implementação do <i>lean</i>	Avaliar a situação atual da empresa e propor um plano de ação para a implementação do <i>lean</i>	Ferramenta 5W1H
-------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------

QUADRO 1 – Etapas de pesquisa  
Fonte: Elaborado pelos autores

Para o diagnóstico inicial, as questões foram divididas em seis categorias: consciência operacional, excelência operacional, indicadores, redução de desperdícios, capacitação e métodos e ferramentas. As categorias de avaliação podem receber pontuação que varia de 0 a 4 pontos, apresentando, assim, uma pontuação máxima equivalente, apresentada no Quadro 2.

<b>Categoria</b>	<b>Número de questões</b>	<b>Nível Máximo</b>
Consciência operacional	6	24
Excelência operacional	5	20
Indicadores	7	28
Redução de desperdício	2	8
Capacitação	7	28
Métodos e ferramentas	7	28
<b>Total:</b>	<b>34</b>	<b>136</b>

QUADRO 2 – Pontuação atribuída a cada categoria  
Fonte: Elaborado pelos autores

A pontuação foi atribuída de acordo com o nível de implementação que foi dividido em 6 níveis: não aplicado, fase inicial, aprendizado, melhoria, aperfeiçoamento e referência, que estão descritos no Quadro 3.

<b>Dimensão</b>	<b>Score</b>	<b>Descrição</b>
Nível 0 - Não aplicado	-	Quando é inexistente na empresa
Nível 1: Fase inicial	0-39%	Buscando informações e com resultados imprevisíveis
Nível 2: Aprendizado	40-59%	Boa base aprendida, porém ainda com dificuldades na manutenção da prática
Nível 3: Melhoria	60-74%	Tendência de melhoria e poucas dificuldades de manutenção da prática
Nível 4: Aperfeiçoamento	75-89%	Entre os melhores desempenhos mundiais
Nível 5: Referência	90-100%	Utilizada como referência por outras empresas que pretendem implementar o <i>lean</i>

QUADRO 3 – Níveis de implementação  
Fonte: Elaborado pelos autores



A análise foi feita por meio de um estudo de caso, desenvolvido em uma empresa do setor de eletrônicos e que está buscando pela implementação do lean. A escolha da empresa se deu por demanda, pois a empresa solicitou o diagnóstico e o plano para implementação, possibilitando maior acessibilidade para a realização da coleta de dados.

As entrevistas foram realizadas com o gerente da empresa, além dos responsáveis pelos setores de engenharia, qualidade, segurança do trabalho, manutenção, logística e planejamento e controle da produção. A seção a seguir descreve e analisa os resultados do estudo empírico.

## **4. RESULTADOS**

Esta seção relata o caso de empresa nacional de eletrônica situada no interior de Minas Gerais que fabrica principalmente antenas para televisão.

### **4.1 Diagnóstico *lean***

O diagnóstico inicial da empresa foi realizado com base em 6 categorias: nível de consciência operacional, de excelência operacional, de utilização de indicadores, de redução de desperdícios, de capacitação e de implementação de métodos e ferramentas. Essas categorias serão melhor detalhadas nas subseções a seguir.

#### **4.1.1 Consciência operacional**

Para a avaliação da consciência operacional foram realizadas seis perguntas: sobre a presença de procedimentos padrão visíveis ao operador, sobre a clareza na identificação de problemas e em como são resolvidos e aprendidos, sobre a administração se fazer presente ou não no chão de fábrica para conferir o que está acontecendo, a presença de uma meta a longo prazo, chamada de estrela norte, e de uma planta definida do processo produtivo, se a empresa faz ou se já fez alguma visita de benchmarking e se os funcionários estão ou não conscientes dos desperdícios na empresa. Dentre essas questões apenas um foi pontuado: a empresa já havia definido a estrela guia e a planta do processo produtivo atribuindo-se 1 ponto. Todas as outras questões apresentaram nível 0 de implementação. Dessa forma, a categoria de consciência operacional apresentou 4,17% de implementação enquadrando-se, de acordo com o Quadro 3, no nível 1 de fase inicial.



### 4.1.2 Excelência operacional

Para avaliar a excelência de processos foram realizadas questões sobre: o nivelamento da produção de acordo com o tempo de takt time, se existe ou não esforço para nivelar os horários de produção, como são tratadas as peças defeituosas e o retrabalho, se existem dispositivos à prova de erro (poka-yoke), se os operadores recebem um período de treinamento formal antes de fazerem um trabalho por conta própria.

Para essas questões, encontrou-se que existe consciência do tempo de takt time e as estações de trabalho encontravam-se niveladas (2 pontos), porém não era revisados periodicamente (0 pontos); existem dispositivos à prova de erro na empresa, mas não há evidências de que tenham sido usados para eliminar defeitos de produção significativos (1 ponto); os operadores recebem treinamento do tipo “veja e aprenda” somente, em que aprendem olhando os trabalhadores mais antigos (1 ponto).

Dessa forma, a categoria de excelência operacional apresentou 20% de implementação, mostrando que há evidências de implementação porém em fase inicial (nível 1) de acordo com o Quadro 3.

### 4.1.3 Indicadores

Com relação aos indicadores, foram avaliadas questões com relação a: saber se cada indicador operacional tem um objetivo associado, se os indicadores são regularmente acompanhados identificando-se os desvios e o tempo que foi despendido para que houvesse reação a eles; quanto ao aumento na porcentagem da produtividade dos trabalhadores; quanto à confiabilidade de entrega; quanto ao resultado do desempenho da gestão de chão de fábrica; quanto às melhorias na quantidade de dias de inventário; quanto ao seu desempenho em relação ao seu tempo e operação disponível (OEE) e as suas melhorias com relação a essas perdas.

Nessa seção apenas o item sobre o acompanhamento de indicadores recebeu pontuação 1, mostrando que os indicadores são rastreados e atualizados mas que não são tomadas medidas no caso de desvios negativos. Para todas as outras questões foram atribuídas nota de nível 0. Dessa forma, a categoria referente aos indicadores apresentou 3,57% de implementação, mostrando que há evidências de implementação porém em fase inicial (nível 1) de acordo com o Quadro 3.



#### 4.1.4 Redução de desperdício

Quanto à redução de desperdícios, as questões avaliadas foram: se as distâncias de transporte e os movimentos dos funcionários foram analisados e reduzidos e se os tempos de busca e espera foram analisados e reduzidos.

Para essa categoria de análise, todos as questões receberam pontuação 0, demonstrando que não há esforços quanto a diminuição de desperdícios estando, assim, classificado como nível 0 pois não há indícios de aplicação na empresa.

#### 4.1.5 Capacitação

Quanto à categoria de capacitação, as questões analisadas foram: se a equipe de gerenciamento de operações está conduzindo mudanças e melhorias; como os funcionários estão envolvidos no processo de melhoria; se os indicadores de produção estão sendo comunicados; sobre o nível de qualificação dos funcionários com relação aos conceitos do lean; se a empresa tem um plano definido sobre como implementar o lean; se existe um plano de treinamento disponível e apropriado em relação a grupos-alvo, escopo de treinamento e frequência; se os funcionários das operações conhecem os indicadores de sua área e se são capazes de interpretá-los.

De todos os itens questionados apenas o quesito que trata sobre a comunicação dos indicadores recebeu pontuação de nível 1, indicando que as comunicações existem mas são informais e limitadas. Dessa forma, a categoria referente à capacitação apresentou 3,57% de implementação, mostrando que há evidências de implementação porém em fase inicial (nível 1) de acordo com o Quadro 3.

#### 4.1.6 Métodos e ferramentas

Quanto aos métodos e ferramentas foram realizados os seguintes questionamentos: se os locais de trabalho estavam alinhados e mantidos de acordo com o 5S; se as reuniões de gestão do chão de fábrica ocorrem de forma definida e estruturada; se existem processos definidos de resolução de problemas; se existem mapas de fluxo de valor disponíveis para os produtos; se os tempos de setup foram analisados e reduzidos; se a manutenção produtiva total foi implementada e se o OEE (eficácia global do equipamento) é medido existindo um objetivo associado à ele.

Para essa categoria, identificou-se que não existe nenhuma iniciativa de implementação de métodos e ferramentas associados ao lean na empresa. Todas as questões foram avaliadas com pontuação zero de implementação encontrando-se,



assim, no nível 0.

Dessa forma, o diagnóstico inicial sobre a implementação do lean na empresa está apresentado no gráfico radar apresentado na Figura 1.

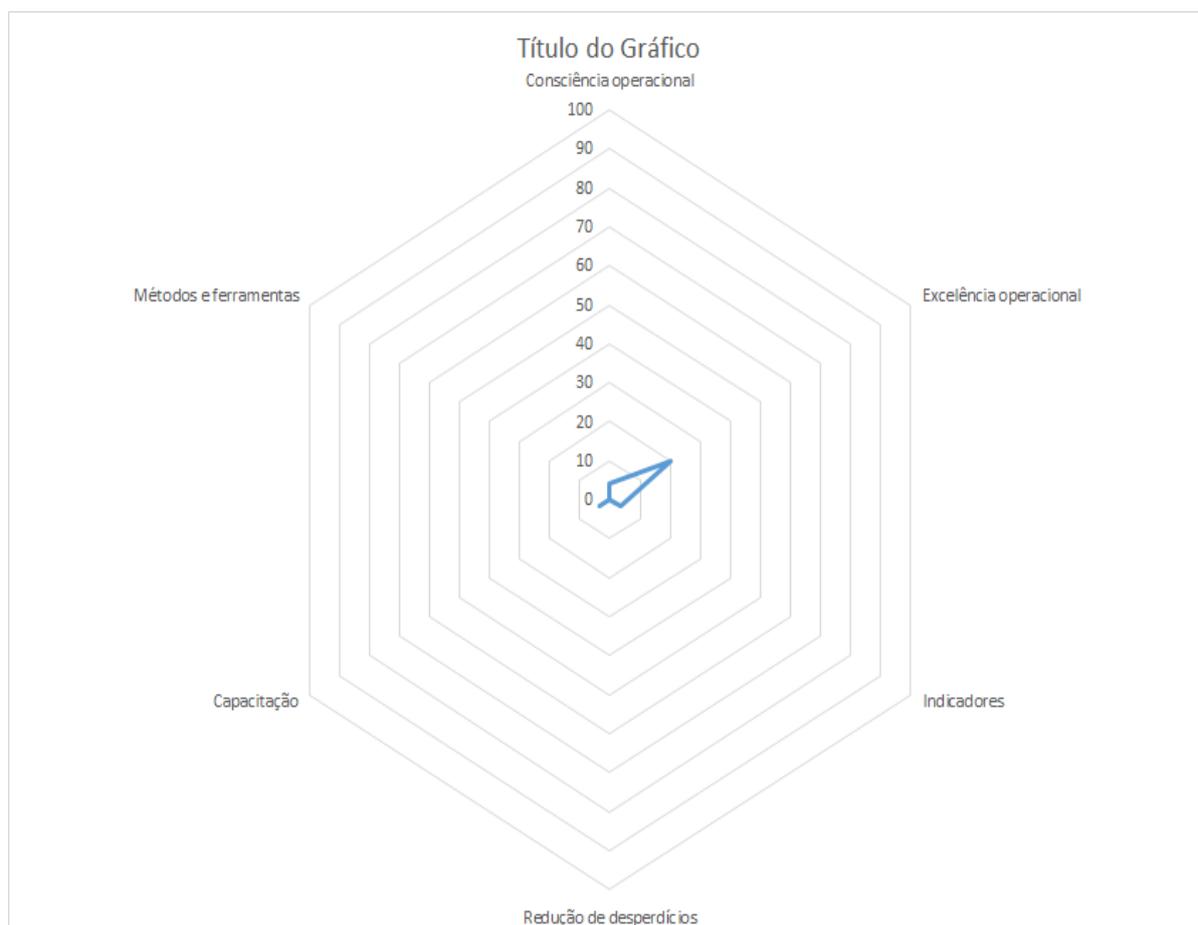


FIGURA 1 – Níveis de implementação *lean*. Fonte: Elaborado pelos autores  
Fonte: elaborado pelos autores

Como pode-se observar na Figura 1, a empresa apresenta pouco indício de práticas lean implementadas no seu processo, necessitando, assim, que o plano de ação seja desenvolvido levando-se em consideração a necessidade de envolver e treinar os funcionários para que possam participar das atividades de melhoria e tomada de decisão. Dessa forma, com base no diagnóstico apresentado foi realizado o plano de ação para implementação do lean utilizando-se a ferramenta 5W1H apresentada na próxima seção.

## 4.2 Plano de ação

Após o diagnóstico inicial, em que pode-se constatar que a empresa apresenta nível 0 (indícios de implementação inexistentes) para as categorias de redução de desperdícios e métodos e ferramentas e nível 1 (buscando informações e com resultados imprevisíveis) para as categorias de consciência operacional, indicadores e capacitação operacional, foi desenvolvido, utilizando-se a ferramenta 5W1H, um

plano de implementação do lean que constitui na seguinte sequência: treinamento e envolvimento dos trabalhadores, implementação da ferramenta 5S para preparação e organização da empresa para receber o lean, implementação da gestão visual, mapeamento de processo a fim de mapear os processos envolvidos, mapeamento de fluxo de valor a fim de mapear o fluxo de valor atual e propor um fluxo futuro com as melhorias propostas, eventos *kaizen* para implementação de melhorias, implementação da ferramenta de manutenção autônoma e padronização das melhorias realizadas, como demonstrado no Quadro 4.

O quê? (What)	Por quê? (Why)	Onde? (Where?)	Quem? (Who)	• Como será? (How)
Visita	Conhecer o processo e a empresa, além de avaliar a real necessidade da empresa.	Empresa	Consultores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer o processo produtivo</li> <li>• Avaliar o processo produtivo</li> </ul>
5S	Familiarização e conscientização dos funcionários quanto à implementação do <i>lean</i> e limpeza e organização do processo para receber as melhorias/Identificação e painel visual.	Empresa	Equipes multiplicadoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceitos e importância do <i>lean</i></li> <li>• Motivação e trabalho em grupo</li> <li>• Conceitos da ferramenta 5S e gestão visual</li> <li>• Plano de ação</li> <li>• Implementação da ferramenta 5S e gestão visual</li> <li>• <i>Check-list</i></li> <li>• Identificação de linhas</li> <li>• Elaboração de indicadores</li> <li>• Fixação no chão de fábrica</li> <li>• Explicação dos indicadores</li> </ul>
Gestão visual				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação e feedback da implementação da prática/Ajuste</li> <li>• Feedback da implementação</li> <li>• Dúvidas e dificuldades</li> <li>• Auditoria</li> </ul>
Mapeamento de processo/ Fluxo de valor/ Identificação e análise de desperdícios/ Nivelamento	Abordagem do conceito e da ferramenta de mapeamento de processo e fluxo de valor	Empresa		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abordagem conceitual</li> <li>• Abordagem prática (estado atual)</li> <li>• Coleta de dados</li> </ul>
	Auditoria e feedback			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planejamento do estado futuro</li> <li>• Análise e plano de ação para os desperdícios identificados</li> <li>• Mapa estado futuro</li> <li>• Implementação de modificações no processo/layout</li> <li>• Coleta de novos dados</li> <li>• Feedback</li> <li>• Avaliação</li> <li>• Ajustes</li> </ul>
Padronização	Abordagem conceitual e implementação da padronização das melhorias já executadas no processo	Empresa		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Padronização dos processos</li> </ul>
	Feedback			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feedback e ajustes</li> </ul>
Troca rápida de ferramentas	Abordagem conceitual e prática da ferramenta de troca rápida de ferramenta	Empresa		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abordagem dos conceitos da ferramenta</li> <li>• Abordagem prática no processo produtivo</li> <li>• Plano de ação</li> </ul>
	Continuação			

Quadro 4 – W1H

Fonte: elaborado pelos autores



É importante enfatizar que o plano de ação foi proposto com base no diagnóstico inicial da empresa demonstrando-se, assim, a sua importância para um planejamento específico de implementação baseado na situação da empresa estudada e nos seus principais recursos. Dessa forma, esse plano, para que seja aplicado à outras empresas, necessita ser adaptado de acordo com seu diagnóstico específico.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo analisou o nível de implementação do Lean em uma empresa de manufatura eletrônica do estado de Minas Gerais, e propôs um plano de implementação de acordo com o diagnóstico de maturidade inicial. Os resultados mostram a importância de se conhecer as condições iniciais e de adaptar a implementação de acordo com a necessidade e recursos da empresa.

O diagnóstico da empresa foi realizado com base em 5 categorias: consciência operacional, excelência operacional, indicadores, redução de desperdícios, capacitação e métodos e ferramentas. As categorias de redução de desperdícios e métodos e ferramentas obtiveram nível 0 de implementação demonstrando indícios de inexistência na empresa. Já as categorias de consciência operacional, indicadores e capacitação operacional apresentaram nível 1, ou seja, há indícios de que buscam informações porém apresentam resultados imprevisíveis.

De acordo com esse diagnóstico, o plano de implementação do lean sugerido para a empresa foi: treinamento e envolvimento dos funcionários, 5S, gestão visual, mapeamento de processo, mapeamento do fluxo de valor, eventos kaizen, manutenção autônoma e, por fim, a padronização das melhorias implementadas.

Dessa forma, este trabalho trouxe contribuições para a literatura da área e para empresas que desejam implementar a produção enxuta. Para a empresa, o desenvolvimento do estudo de caso permitiu apresentar um método para diagnóstico inicial além de alertar sobre a necessidade de se planejar a implementação do lean de acordo com as características e recursos próprios da empresa. Por fim, para dar continuidade a este trabalho, sugere-se que sejam realizadas pesquisas para verificar quais mudanças na sequência de implementação podem acontecer de acordo com o nível encontrado no diagnóstico inicial.



## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, B. **Modelo de implementação de Sistema de Produção Lean no INESC Porto**. 2011. 81 p. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto.
- BAI, C.; SATIR, A.; SARKIS, J. Investing in lean manufacturing practices: an environmental and operational perspective. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 4, p. 1037-1051, 2017.
- BARTZ, B.; WEISE, A.; RUPPENTHAL, J. Aplicação da manufatura enxuta em uma indústria de equipamentos agrícolas. **Ingeniare**, v. 21, n.1, pp. 147-158, 2013.
- CALSAVARA, N. Aplicação do pensamento Lean Office e mapeamento do fluxo de valor no processo de concepção de unidades bancárias de um empresa do setor financeiro. **GEPROS**, v. 11, n. 3, pp. 105-117, 2016.
- LEE, B-H; JO, H-J. The mutation of the Toyota Production System: adapting the TPS at Hyundai Motor Company. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 16, p. 3665-3679, 2007.
- LEWIS, M. A. Lean production and sustainable competitive advantage. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 8, p. 959-978, 2000.
- SHAH, R.; WARD, P. P. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 785-805, 2007.
- WALTER, O.; TUBINO, D. Métodos de avaliação da implantação da manufatura enxuta: uma revisão da literatura e classificação. **Gestão e Produção**, v. 20, n.1, pp. 23-45, 2013.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 18.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.



**APLICAÇÃO DE VEÍCULO GUIADO  
AUTOMATICAMENTE NAS  
DIVERSAS ÁREAS DE PRODUÇÃO  
DA INDÚSTRIA: REVISÃO  
SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

AUTOMATED GUIDED VEHICLE APPLICATION IN THE VARIOUS  
PRODUCTION AREAS OF THE INDUSTRY: SYSTEMATIC LITERATURE  
REVIEW

**Elinilcia Ribeiro de Almeida**  
**José Marcos da Mota Brito**  
**Mayko Pinheiro da Silva**  
**Sandro Breval Santiago**  
**Armando Araújo de Souza Júnior**

## Resumo

**N**os últimos anos com a abertura econômica de países, até então fechados, a necessidade de competitividade, o foco na eliminação de desperdícios e o advento da automação juntamente com o avanço da tecnologia, as engenharias e a ciência tem desempenhado um papel fundamental na inovação da produção. Esta necessidade de inovação torna oportuno o surgimento de novos métodos de produção, neste sentido destaca-se a aplicação do sistema de veículo guiado automaticamente (AGV), utilizado principalmente para transporte de materiais. Diante deste cenário este estudo teve como objetivo analisar a produção científica acerca da aplicação do AGV nas diversas áreas da produção industrial publicada em artigos nacionais e internacionais entre 2009 a 2019. Realizou-se uma revisão sistemática da literatura, com os artigos pesquisados nas bases de dados ScienceDirect, CAPES, DMPI e Aprepro, a partir dos descritores: Veículo Guiado Automaticamente - AGV, automatic guided vehicle AGV, Aplicação do AGV e Utilização do AGV em linha de produção. Amostra constitui-se de 12 artigos. As publicações analisadas descrevem a aplicação do AGV nas diversas áreas da indústria e esse método pode ser adaptado de acordo com layout da empresa, visando uma melhor movimentação das cargas no interior do ambiente, assim reduzindo os custos e tendo um aumento da eficiência e segurança das atividades. As publicações chamam atenção ainda para o investimento e implantação da automação na indústria, visando à indústria 4.0 almejando a competitividade no mercado.

**Palavras chave:** AGV, Automação, Movimentação, Logística.

## Abstract

**I**n recent years with the economic opening of hitherto closed countries, the need for competitiveness, the focus on waste disposal and the advent of automation coupled with the advancement of technology, engineering and science have played a key role in the innovation of technology. production. This need for innovation makes the emergence of new production methods appropriate, in this sense the application of the automatic guided vehicle (AGV) system, mainly used for material transportation, stands out. Given this scenario, this study aimed to analyze the scientific production about the application of AGV in the various areas of industrial production published in national and international articles from 2009 to 2019. A systematic literature review was performed, with the articles searched in the ScienceDirect, CAPES, DMPI and Comprepro databases, using the keywords: Automatic Guided Vehicle - AGV, Application of AGV and Use of Online AGV of production. Sample consists of 12 articles. The analyzed publications describe the application of AGV in various areas of industry and this method can be adapted and according to company layout, aiming at a better movement of loads inside the environment, thus reducing costs and having an increase of efficiency and safety. activities. The publications also draw attention to the investment and implementation of automation in the industry, aiming at industry 4.0 aiming at market competitiveness.

**Key-words:** AGV, Automation, Handling, Logistics.



# 1. INTRODUÇÃO

O surgimento de novas tecnologias tem proporcionado e dado origem a novas ferramentas que viabilizam e otimizam o processo de produção e gestão.

Com o advento da automação os avanços das tecnologias, engenharias e ciências tem desempenhado um papel fundamental na utilização da inovação na produção, impactando na produtividade e impulsionando a competitividade, o que contribui para o surgimento de novos métodos de automação nas indústrias. Neste sentido destaca-se a aplicação do sistema do veículo guiado automaticamente (AGV) utilizado principalmente no transporte de materiais.

Conforme Haderspeck (2013) e Pesquisa & Mercado (2019) há uma tendência geral na indústria de armazenagem em usar apenas mão de obra para operações que agreguem valor ao produto, ou seja, a movimentação de materiais não agrega valor, portanto, a incorporação de AGVs para movimentação de materiais permite que as empresas reimplentem essa mão de obra para outras operações que agreguem valor ao produto.

As empresas buscam otimizar seus processos através da automação, substituindo o homem na execução de atividade produtiva para meios eletrônicos ou mecânicos e juntamente com a tecnologia (SANTOS et al., 2017). O surgimento do AGV foi para substituição de um piloto de transporte industrial por um software capaz de seguir rota e realizar a carga e descarga de materiais sem a necessidade de integração humana direta, oferecendo segurança e velocidade em operações contínuas programadas.

Nesse contexto, a aplicação do Sistema AGV em ambiente fabril, trazem inúmeros benefícios e podem ser projetados para diversas áreas de aplicação de acordo com a necessidade de cada indústria ou processos produtivos, pois o sistema AGV é um avançado sistema de manuseio de materiais amplamente utilizado em vários sistemas automatizados.

Este estudo teve como objetivo analisar a partir de produção científica acerca da aplicação do AGV nas diversas áreas de produção industrial publicada em artigos nacionais e internacionais entre 2009 a 2019.

Este artigo está organizado nas sessões: 1. apresenta a introdução; 2. expõe o revisão da literatura, destacando quatro subseções: 2.1. Automação Industrial, 2.2. Veículo Guiado Automaticamente (AGV), 2.3. aplicação do AGV nas áreas da Indústria e 2.4. AGVs no mercado; 3. descreve os procedimentos metodológicos utilizados no trabalho; 4. mostra o resultado desta pesquisa em relação aos publicações encontradas sobre a temática e uma análise do mesmo; e 5 relata as conclusões.



## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Automação industrial

Automação vem do latim *automatus*, que significa mover-se por si só (CAMPANA & OPLUSTIL, 2011). A ideia inicial da “criação” da palavra foi de que máquinas e equipamentos pudessem realizar os serviços braçais executados pelos seres humanos, sem a necessidade de interferência, ou seja, de forma autônoma.

A definição de automação baseia-se na ideia da utilização de potência elétrica ou mecânica para acrescentar os métodos inteligente, capazes de tornar o processo eficiente com qualidade e produtividade, com vantagem econômica e de segurança (SOUZA & ROYER, 2013; SANTOS et al., 2017).

Nesse sentido a automação de processo surge com uma ferramenta relevante para otimização das atividades realizada na empresa para mantê-la competitiva no mercado. De acordo com Ferrelli et al. (2017), a automação industrial é o uso de qualquer dispositivo mecânico ou eletrônico para controlar máquinas e processos, substituindo muitas vezes, tarefas humanas ou realizando outras que o ser humano não consegue executar.

A automação tem evoluído de forma significativa na indústria, substituindo o trabalho braçal e mental do homem por máquinas capazes de automatizar os processos fabris, tendo como resultado um processo produtivo mais enxuto, qualidade nos processos, redução no tempo e custos.

Atualmente a automação industrial está estreitamente ligada ao desenvolvimento da competitividade, ou seja, para as empresas serem competitivas no mercado globalizado utilizam a tecnologia com finalidades de otimização dos processos, desde o simples ao mais complexo (SOUZA & ROYER, 2013).

### 2.2 Veículo Guiado Automaticamente (AGV)

A tecnologia dos veículos autônomos vem dos anos 60, com a criação do robô SHAKEY pelo Stanford Research Institute - SRI (PERRY, 2017), que foi considerado o primeiro robô móvel a utilizar técnicas de inteligência artificial, podendo realizar tarefas que exigiam planejamento, localização de rotas e reorganização de objetos simples. A partir desse marco até os dias atuais, houve muitos avanços e inovações tecnológicas entrando na era robótica.

A tecnologia tem alterado substancialmente os processos produtivos fabris, no sentido de permitir mais automação com evidente impacto na produtividade e na consistência de confiabilidade da produção (SLACK et al., 2006; SLACK et al., 2018;



CORREA & CORREA, 2019), como é o caso dos robôs industriais que são utilizados para substituição de pessoas com atividade repetitiva e com um certo grau de periculosidade, e que são programados para realizar grande quantidade de tarefas, tais como: carregar e descarregar materiais, transportar peças, pintar equipamentos, entre outras.

Neste sentido, com a finalidade de melhorar a eficiência no transporte e movimentação de materiais entre centros produtivos surge o Veículo Guiado Automaticamente (AGV – *Automatic Guided Vehicle*). O AGV é um veículo que se move de forma autônoma, programada e controlada por um computador central, e são utilizados para transportar objetos de um lugar para outro, dirigidos por uma combinação de sistemas de orientação baseado em sensores, trilhos, rádio frequência, a laser e software (FERRELLI et al., 2015; FIRMANSYAH & ALFIANTO, 2018).

A utilização dos AGVs podem ser aplicados em todos os campos das indústrias, porém depende do encaixe ao layout da fábrica, ou seja, de acordo com o lugar onde será aplicado. Os AGVs devem percorrer, automatizando a movimentação de materiais entre centros produtivos e estações de trabalho, além da aplicação nas áreas industriais, os AGVs também são usados em escritórios, bibliotecas, hospitais, armazém, agricultura entre outras da área comercial (SLACK et al., 2006; CORREA & CORREA, 2019).

Existem diversos modelos e tipos de AGV de acordo com a necessidade de cada empresa ou processo produtivo. Os modelos mais comuns são: AGVs de carga leves ou pesadas, empilhadeira, rebocador, linha de montagem, plataforma e transferência de cargas.

Os controles do AGV são equipados com dispositivo de comunicação que se comunicam com as estações de trabalho, computador central. De acordo com Berman, Shechtman e Edan (2009) e Ferrelli et al. (2015) a navegação baseia-se no reconhecimento do percurso a ser realizado, onde são utilizados percepção sensoriais aprimorada.

O Sistema AGV são programáveis e reprogramados em determinados pontos do processo, guiados por faixas magnéticas no chão da planta fabril, podendo ser destacado três forma utilizada para aplicação desse sistema: Óptico – sensores detectam uma faixa branca entre duas pretas, podendo estas ser pintadas ou até mesmo fitas de demarcação de piso; *Indutiva por frequência* – conta com uma antena que identifica o sinal emitido por um cabo que através de um corte no piso é colocada a cerca de 20 mm da superfície; e *Laser* – para esta aplicação é utilizado um senso laser fixo no AGV que é orientado por meio de pontos reflexivos que são fixados em pontos estratégicos (FERRELLI et al., 2015; CORREA & CORREA, 2019).

O AGV é uma das tecnologias mais interessantes no transporte de materiais das indústrias, devido sua agilidade de movimento, eficiência e flexibilidade, porém há de verificar suas vantagens e desvantagens antes de implantar tal sistema (KA-



BIR & SUZUKI, 2018; SANTOS et al., 2018). A tecnologia tem seus pros e contras, porém é necessário determinar a viabilidade da implantação de um sistema como esse, uma vez que há um investimento alto inicial, sendo inviável para pequenos negócios e inadequado para procedimentos não repetitivos.

Automatizar processo produtivo a partir da aplicação do sistema AGV fornece uma série de benefícios tais como: redução de encargo trabalhista e de acidente de trabalho, aumento significativo na produtividade, qualidade do processo e do produto, aumento do nível de segurança, contribuição com o meio ambiente, facilidade da alteração de rotas e criação de novos percursos, capacidade de vinculação com outros sistemas, ganho de tempo e redução de custos operacionais, movimentos altamente precisos com segurança, entre outros.

## **2.3 Aplicação da AGV no ambiente industrial**

O AGV é um recurso avançado para movimentação de materiais em espaço interno do ambiente industrial. Dentre as utilidades do AGV estão o uso nas indústrias automotiva, indústria de bebidas, indústria eletroeletrônicas, implementos agrícolas, porto, linha de montagem, almoxarifado, etc.

A aplicação do AGV em portos é uma solução para aumentar a eficiência do transporte de contêineres durante o embarque e desembarque de navios, substituindo a espera de veículo portuários. A utilização do AGV para uso em portos tem sido uma grande evolução em automação de movimentação logística, acelerando o processo de carga, descarga e armazenamento de contêineres, e principalmente refletindo na maior segurança para os trabalhadores, tendo como exemplo os portos como os de Singapura e de Xangai (SANTOS et al., 2018; INTRALOGISTICA, 2019).

A atuação do AGV em abastecimento de linha produção tem um ganho significativo na competitividade, aumento da produtividade e redução de custos das indústrias, na qual buscam a otimização dos processos de movimentação de materiais através da automação, ou seja, atuam com precisão em rotas programadas na função de abastecimento de linhas de produção, bem como na transferência entre estações ou áreas do processo produtivo e no transporte de matéria prima ou produto acabado.

No ambiente industrial a movimentação de materiais e armazenagem automatizada com o uso do AGV representa ganhos de tempo e redução de custo, capazes de realizar controle preciso dos fluxos sem interrupção. É importante destacar que o AGV tornou-se umas das soluções mais viáveis para resolução de problemas de circulação, movimentação e de segurança nas operações intralogística (FERRELLI et al., 2015).



São várias as aplicações do AGV no ambiente industrial, nos parágrafos anteriores foram citados algumas das aplicações desse sistema, e como foi observado tal ferramenta traz um retorno significativo para as indústrias, que favorecem o processo em geral e promove um processo produtivo mais eficiência, viabilidade financeira, fidedignidade ao processo, entre outros.

## 2.4 AGVs no mercado

Com o aumento da automação industrial, há uma previsão do mercado mundial de veículos automatizados guiados atingir US \$ 10 bilhões até 2024, em 2018 esse mercado valia US \$ 3,89 bilhões, registrando um CAGR (Compound Annual Growth Rate - taxa de crescimento anual composta) de 17,01% durante o período de previsão – 2019-2024 (PESQUISA & MERCADO, 2019).

O AGV é uma referência avançada para movimentação interna e armazenagem de materiais no ambiente industrial, a aplicação do mesmo é uma tendência de mercado no interesse de investimento, pois os resultados gerados a partir da aplicação desse sistema, tem reflexo positivo para empresa, sociedade e economia

Conforme Pesquisa & Mercado (2019) a Ásia-Pacífico é testemunha de crescimento significativo desse mercado, sendo o maior consumidor de AGVs do mundo, isso é devido ao mercado altamente fragmentado e o aumento da produção do setor automotivo nessa região. O segmento de transporte na região é responsável pela maior parte a demanda da produção automotiva.

O gradativo investimento em automação pelas indústrias, impulsiona a inovação e crescimento de mercado para o AGV. Neste sentido, as empresas fabricantes de sistema robóticos investem em sistema e equipamentos de manuseio de materiais mais eficiente que oferecem cada vez mais formas melhores e capaz de suprir as demandas continuada em diversas áreas das indústrias.

## 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa é caracterizada como descritiva, de caráter qualitativo e natureza exploratória em virtude da busca literatura referente ao assunto. Para tanto, apoiou-se no método de pesquisa Revisão Sistemática de Literatura (RSL) que segundo Kitchenham (2004), Galvão & Pereira (2014) e Nakano & Muniz Jr. (2018), refere-se a um tipo de investigação focada em questão bem definida, que visa identificação, seleção, avaliação e sintetização das evidencias disponíveis, relacionadas a uma questão formulada de interesse do pesquisador. A revisão sistemática da literatura foi desenvolvida conforme a figura 1.



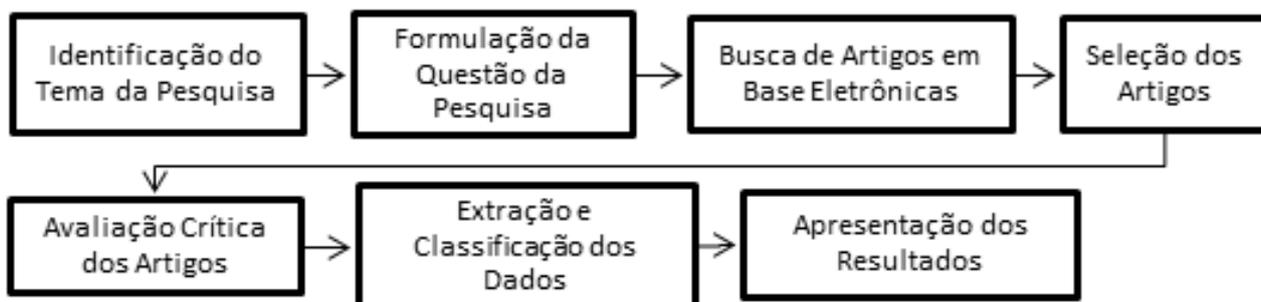


Figura 1 – Metodologia da Revisão Sistemática da Literatura  
Fonte: Autores (2019)

- Identificação do tema da pesquisa - a temática escolhida do estudo foi aplicação de veículo guiado automaticamente nas diversas áreas de produção da indústria a partir de conhecimento científico desenvolvido e publicado em base de dados periódicos;
- Formulação da questão da pesquisa – Com base na temática a pergunta da pesquisa foi: quais os conhecimentos científicos produzidos sobre a aplicação do AGV nas diversas áreas de produção da indústria?;
- Busca de artigos em bases eletrônicas – foram pesquisadas referências na plataforma ScienceDirect.com, no portal do Periódico CAPES, plataforma DMPI e no portal do Aprepro. A busca no banco de dados abrangeu os anos de 2009 a 2019. Como palavra-chave utilizou-se os termos: Veículo Guiado Automaticamente - AGV, automatic guided vehicle AGV, Aplicação do AGV e Utilização do AGV em linha de produção. A pesquisa limitou-se nos idiomas inglês e português. Desta forma foram encontrados na plataforma ScienceDirect.com 479 artigos, no portal do periódico CAPES 586 revisados por pares, Plataforma DMPI 12 revisados por pares e no portal do Aprepro 4 artigos;
- Seleção dos artigos - para seleção dos artigos, o primeiro filtro ocorreu pela leitura dos seus títulos, sendo selecionados os que se referiam a veículo guiado automaticamente, automação ou aplicação do AGV na indústria. Posteriormente, o segundo filtro foi realizado a partir da leitura dos resumos (abstracts) das publicações que foram anteriormente selecionadas por seus títulos. Neste filtro foi possível identificar publicações que apresentaram relevância para a revisão sistemática. Os critérios de exclusão foram: ausência de resumo nas plataformas on-line, publicações que não mencionaram o AGV e automação, e que não tinham relação à área da indústria e produção fabril. Após o refinamento, foram selecionados um total de 12 artigos que mais se assemelhavam ao tema proposto;
- Avaliação crítica dos artigos – constituiu-se de leitura das publicações aprovadas no segundo filtro. Estas foram avaliadas e identificadas as que estavam de acordo com as premissas estabelecidas para revisão sistemática;

- Extração e classificação de dados – Para facilitar análise, contou com a extração e classificação dos dados coletados de cada pesquisa, para isso foi elaborado duas tabelas de identificação dos artigos, sendo que a primeira contém o ano de publicação, autores e títulos, a segunda tabela contém o ano de publicação, autores e objetivos;
- Os resultados – serão apresentados e discutidos na próxima seção.

Adicionassem o uso da técnica de análise da temática de conteúdo por meio de leitura e releitura dos resultados dos estudos, procurando identificar aspecto relevante que se repetiam ou que se destacavam.

## 4. RESULTADO

Os artigos foram selecionados no mês de julho de 2019 na plataforma ScienceDirect.com, no portal do Periódico CAPES, plataforma DMPI e no portal do Aprepro, usando o termo: Veículo Guiado Automaticamente - AGV, automatic guided vehicle AGV, Aplicação do AGV e Utilização do AGV em linha de produção. A Figura 2 apresenta o resultado da busca.

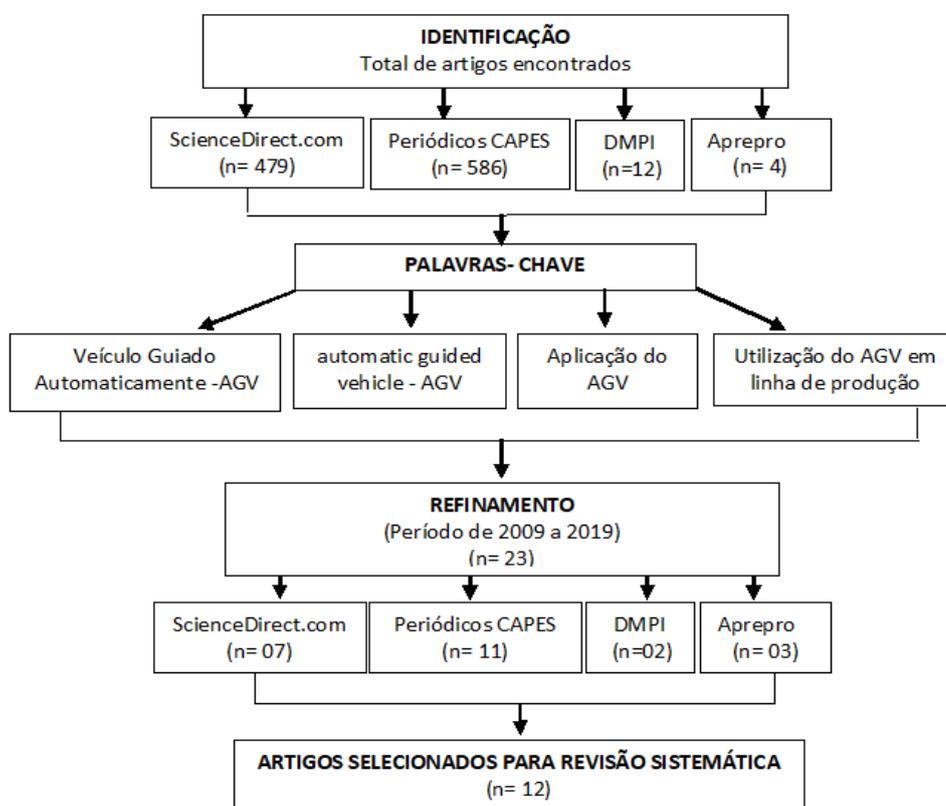


Figura 2. Resultados da busca de artigos  
Fonte: Autores (2019)

Por meio da leitura minuciosa e detalhada dos 12 artigos selecionados foi possível fazer a classificação dos dados que serviram de base para descrição dos

resultados encontrados. Esses artigos passaram por diversos filtros descritos na metodologia considerados relevantes à pesquisa. No primeiro filtro, foram levados em consideração o título e os objetivos propostos como mostram as Tabelas 1 e 2.

Ano	Autores	Títulos
2009	BERMAN, S.; SCHECHTMAN, E.; EDAN, Y.	Avaliação de sistemas automáticos de veículos guiados
2013	SOUZA, J.; ROYER, R.	Implantação de um sistema AGV - veículo guiado automaticamente um estudo de caso.
2015	KANJANAWANISHKUL, K.; PHOOHUENG-KAEO, R.; KUMSON, A.	Desenvolvimento de um veículo guiado automatizado com omnidireccional mobilidade para o transporte de cargas leves.
2015	FERRELLI, P.; MACHADO, R. R.; SILVA, R. G.; MOREIRA, W. A.	Redução de custos operacionais e condições inseguras em um almoxarifado após automatização de rotas internas.
2017	LU, S.; XUB, C.; ZHONGC, R.Y.; WANG L.	Um sistema de posicionamento com RFID em fábricas automatizadas e orientadas
2017	SANTOS, L. C.; LOUNINE, C. P.; SOUZA, E. C. S.; PEREIRA, K. G.	Otimização de sistemas de abastecimento de linhas de produção: estudo de caso de uma empresa de produção de secadores profissionais.
2018	SANTOS, L.; NETO, M. S. N.; PRADO, G. E.; PRADO, E.	A viabilidade da implementação de AGVs em regiões portuárias.
2018	RUN, R. S.; XIAO, Z. Y.	Navegação de veículo autônomo em recinto fechado - um estudo de viabilidade baseado na tecnologia de infravermelho.
2018	QI, M.; LI, X.; YAN, X.; ZHANG, C.	Na avaliação do desempenho de operação de armazém baseado no AGVS.
2018	KABIR, Q.S.; SUZUKI, Y.	Aumentando a flexibilidade de fabricação através do gerenciamento de baterias de veículos guiados automatizados.
2018	CHEONG, H.; LEE, H.	Projeto de Conceito de AGV (Veículo Guiado Automatizado) Baseado na Detecção e Posicionamento de Imagem
2019	BETOÑO, D. T.F.; ZULUETA, E.; GAMIZ, U. F.; ARAMENDIA, I.; URIARTE, I.	A navegação gratuita de um AGV para um alvo não-estático com desvio de obstáculos.

Tabela 1. Títulos das publicações  
Fonte: Autores (2019)

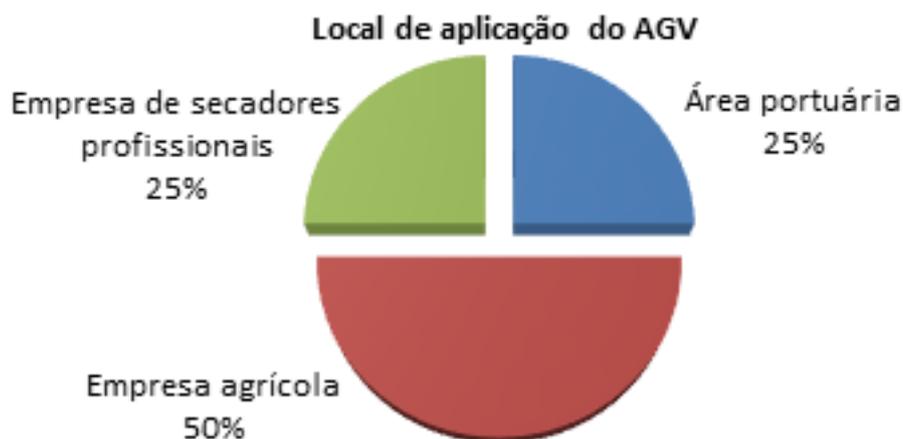
Encontraram-se nos títulos as palavras de busca da pesquisa que faziam referência a veículo guiado automaticamente, automação ou aplicação do AGV na indústria e a correlação direta com os objetivos propostos pelos pesquisadores que possibilitaram o alcance da resposta em relação ao questionamento da pesquisa: quais os conhecimentos científicos produzidos sobre a aplicação do AGV nas diversas áreas de produção da indústria? Configurando um retorno positivo na busca da revisão sistemática.

Ano	Autores	Objetivos
2009	BERMAN, S.; SCHECHTMAN, E.; EDAN, Y.	Apresentar uma metodologia para avaliação detalhada de sistemas autônomos de veículos guiados automatizados (AGVS) utilizados em manuseio de materiais
2013	SOUZA, J.; ROYER, R.	Destacar os benefícios da implantação do sistema AGV em um processo produtivo.
2015	KANJANAWANISHKUL, K.; PHOOHUENG-KAEO, R.; KUMSON, A.	Projetar e desenvolver um sistema de controle, bem como um sistema de navegação para veículo guiado automaticamente omnidirecional (AGV) que pode ser usado para transportar materiais para o alvo predeterminado
2015	FERRELLI, P.; MACHADO, R. R.; SILVA, R. G.; MOREIRA, W. A.	Apresentar os principais ganhos na utilização da automação no setor de movimentação interna de materiais do estoque para as linhas de produção da empresa.
2017	LU, S.; XU, C.; ZHONG, R.Y.; WANG L.	Apresentar um sistema de posicionamento habilitado para identificação por radiofrequência (RFID) em AGV para fábrica inteligente
2017	SANTOS, L. C.; LOUNINE, C. P.; SOUZA, E. C. S.; PEREIRA, K. G.	Mostrar a eficácia do AGV na automação na produção de qualquer bem ou serviço.
2018	SANTOS, L.; NETO, M. S. N.; PRADO, G. E.; PRADO, E.	Expor os benefícios da implementação da indústria 4.0 no Porto de Santos.
2018	RUN, R. S.; XIAO, Z. Y.	Verificar um método simples e de baixo custo para veículo guiado automaticamente em recinto fechado utilizando a tecnologia de infravermelho
2018	QI, M.; LI, X.; YAN, X.; ZHANG, C.	Apresentar métodos a partir de simulação para evitar colisão e resolver impasses no desempenho de operação em armazenagem, com foco eficiente de transporte.
2018	KABIR, Q.S.; SUZUKI, Y.	Explorar a possibilidade de aumentar as capacidades de fabricação no curto prazo através do gerenciamento de baterias de veículos guiados automatizados (AGVs)
2018	CHEONG, H.; LEE, H.	Sugerir o conceito básico de AGVs operados por detecção de imagem e posicionamento preciso.
2019	BETOÑO, D. T.F.; ZULUETA, E.; GAMIZ, U. F.; ARAMENDIA, I.; URIARTE, I.	Propor uma alternativa de caminho para o AGV seguir quando encontrar um obstáculo em seu trajeto.

Tabela2 – Objetivos propostos pelos autores  
Fonte: Autores (2019)

Dos 12 artigos listados, 4 enfatizam os locais de aplicação do AGV, sendo 2 aplicados em empresas agrícolas, 1 em área portuária e outro na empresa de secadores profissionais como mostra a figura 3. Os demais dão ênfase aos objetivos da pesquisa do AGV já listados acima.





Fonte: Autores (2019)

Figura 3. Percentual de artigos referente ao local de aplicação do AGV

As publicações descrevem que existem vários métodos de uso do AGV, podendo ser citado: óptico, indutivo por frequência e laser. Para Ferrelli et al. (2015) e Lu et al. (2017) a escolha deste deverá levar em condição a situação do ambiente, principalmente do piso onde será implementado. Toda e qualquer avaliação, determinação, investigação proposta nos objetivos dos pesquisadores afunila-se para se retirar o gargalo na linha de produção, visando à melhor movimentação das cargas no interior do ambiente e com isto reduzir significativamente os problemas de movimentação interna de carga, onde robôs e seres humanos trabalham em conjunto, sincronizados dentro de um mesmo espaço sem riscos de acidentes, possibilitando o aumento da capacidade de produção, a melhoraria da qualidade e a otimização dos recursos de produção, assim reduzindo os custos e tendo um aumento da eficiência e segurança das atividades.

Em relação a esse propósito 100% dos artigos chamam atenção para o investimento e implantação da automação na indústria, visando à indústria 4.0, indústria inteligente ou indústria avançada. Para que a empresa consiga manter-se competitiva no mercado ela precisa se enquadrar nas características citadas no parágrafo anterior e essas características podem ser alcançadas com a implementação viável dos AGVs, por diversos fatores listados na Tabela 3, que demonstra as diversas áreas de aplicação e os benefícios e melhorias no uso dos veículos guiados automaticamente, respondendo a questão norteadora desta pesquisa.

Área de aplicação	Benefícios/Melhorias	Autores (Ano)	
– Almoarifado; – Armazém; – Linha de Produção; – Portos; – Transferência entre estações ou áreas do processo produtivo; – Transporte de matéria prima ou produto acabado.	– Ganho de qualidade no produto final; – Padronização do processo.	SOUZA & ROYER (2013)	
	– Satisfação do cliente.	SANTOS et al. (2017)	
	– Contribui com o meio ambiente – pouco poluente; – Possibilidade de trabalho 24 horas por dia; – Redução do nível de ruídos.	SANTOS et al. (2018)	
	– Aumento significativo na produtividade; – Diminuição do tempo do processo; – Eficiência no posto de trabalho; – Precisão e Segurança de funcionamento; – Redução de acidentes de trabalho; – Redução de custos de operação em relação aos processos convencionais de transporte industrial; – Redução de mão de obra.	SOUZA & ROYER (2013); FERRELLI et al. (2015); SANTOS et al. (2017); SANTOS et al. (2018).	
	– Otimização do layout;	FERRELLI et al. (2015); SANTOS et al. (2017); CHEONG & LEE (2018); BETOÑO et al. (2019).	
	– Eficácia da operação do sistema;	BERMAN et al. (2009); FERRELLI et al. (2015); RUN et al. (2018); QI et al. (2018).	
	– Eliminação de operações que não agregam valor ao produto;	SOUZA & ROYER (2013); SANTOS et al. (2018).	
	– Redução de ocorrência de avarias;	SANTOS et al. (2018); KABIR & SUZUKI (2018).	
	Fonte: Autores (2019)		

Tabela 3. Área de aplicação e os benefícios e melhorias com o uso dos AGVs

## 5. CONCLUSÕES

O objetivo geral deste artigo foi de analisar a partir de produção científica acerca da aplicação do AGV nas diversas áreas de produção industrial publicada em artigos nacionais e internacionais entre 2009 a 2019. O estudo apresentado destaca a diversidade de pesquisas científicas existentes e o ramo de empresas onde os AGV's estão sendo aplicados, desde indústrias de maquinários, empresas de logísticas e até empresas de bens de consumo. Como também, confirma os méritos e benefícios da utilização de AGV's, e a busca constante de novas metodologias para reduzir o investimento necessário para implantação.

Este trabalho destaca ainda o esforço da comunidade científica em estudar novos sistemas e tecnologias para otimizar e obter maior precisão na movimentação



de veículos guiados automaticamente.

No cenário competitivo atual, é de extrema importância que cada empresa busque continuamente a melhoria e a implantação de novas tecnologias, pois, muitas vezes a inércia de um empreendimento pode resultar na perda de mercado e na respectiva falência.

## REFERÊNCIAS

- BERMAN, S.; SCHECHTMAN, E.; EDAN, Y. Evaluation of automatic guided vehicle systems. **Robotics and – Integrated Manuctering**, v. 25, n. 3, p. 522-528, 2009.
- BETOÑO, D. T.F.; ZULUETA, E.; GAMIZ, U. F.; ARAMENDIA, I.; URIARTE, I.A Free Navigation of an AGV to a Non-Static Target with Obstacle Avoidance. **Eletronicos**, v. 8, 2, p. 159, 2019.
- CAMPANA, G. A.; OPLUSTIL, C. P. Conceitos de automação na medicina laboratorial: revisão de literatura. **J Bras Patol Med Lab**, v. 47, n. 2, p. 119-127, abril 2011.
- CHEONG, H.; LEE, H. Concept Design of AGV (Automated Guided Vehicle) Basedon Image Detection and Positioning. **Procedia Computer Science**, v. 139, p. 104-107, 2018.
- CORREA, H. L.; CORREA, C. A. **Administração de produção e operações** : manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 4. ed., 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2019.
- GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistematica da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saude**, Brasília, v. 23, 1, p. 183-184, 2014.
- FERRELLI, P.; MACHADO, R. R.; SILVA, R. G.; MOREIRA, W. A. Redução de custos operacionais e condições inseguras em um almoxarifado após automatização de rotas internas.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 3, 2015, Ponta Grossa, PR. **Anais...** Ponta Grossa: CONBREPRO, 2015. Disponível em: <<http://aprepro.org.br/conbrepro/2015/anais.php>> Acesso em 16 julho 2019.
- FIRMANSYAH, R. A; ALFIANTO, E. Pembuatanhaar-cascadedan local binarypatternsebagaisistempendetek-sihalanganpadaautomaticguidedvehicle.**Jurnal SIMETRIS**, v. 9, n. 2, 2018.
- HADERSPECK, J. **Carregado e pronto para trabalhar:** plataformas AGV inteligentes aumentam a eficiência. Indústria de Bebidas, agosto de 2013, p. 60+ OneFile acadêmico. Disponível em: <<http://link.galegroup.com/apps/doc/A342179336/AONE?u=capes&sid=AONE&xid=585f147>>. Acesso em: 18 de julho de 2019.
- INTRAGOLISTICA. **Veículo Guiado Automaticamente para uso em Portos**. Disponível em: <<http://www.agvintralogistica.com.br/veiculo-guiado-automaticamente-para-uso-em-portos.html>> Acesso em 25 julho 2019.
- KABIR, Q.S.; SUZUKI, Y. Increasing manufacturing flexibility through battery management of automated guided vehicles. **Computers& Industrial Engineering**, v. 117, p. 225-236, 2018.
- KANJANAWANISHKUL, K.; PHOOHUENGKAEAO, R.; KUMSON, A. Development of an automated guided vehicle with omnidirectional mobility for transportation of lightweight loads. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE MECATRÔNICA E ENGENHARIA MECÂNICA, 34, 2, 2015, Cingapura. **Anais...** Cingapura: ICMME, 2015. Disponível em: <<http://www.matec-conferences.org> or <http://dx.doi.org/10.1051/matec-conf/20153405003>> Acesso em 18 julho 2019.
- KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews**. Eversleigh: Keele University Technical Report, 2004.
- LU, S.; XU, C.; ZHONG, R.Y.; WANG L. A RFID-enabled positioning system in automated guided vehicle for smart factories. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 44, n. 1, p. 179-190, 2017.



NAKANO, D., & MUNIZ JR. J. Writing the literature review for an empirical paper. **Production**, v. 28, São Paulo, 2018.

PERRY, T. S. **Shakey Robô Móvel Pioneiro da SRI é Reconhecido como Marco IEEE**. Disponível em: <[https://spectrum.ieee.org/view-from-the-valley/robotics/industrial-robots/sri-shakey-robot-honored-as-ieee-milestone?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3A%20IeeeSpectrumFullText%20%28IEEE%20Spectrum%20Full%20Text%29](https://spectrum.ieee.org/view-from-the-valley/robotics/industrial-robots/sri-shakey-robot-honored-as-ieee-milestone?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A%20IeeeSpectrumFullText%20%28IEEE%20Spectrum%20Full%20Text%29)> Acesso em: 29 de Julho 2019.

PESQUISA E MERCADO. **Previsão do mercado global de veículos guiados automaticamente (AGV) para 2024: a crescente necessidade de automação em aplicações marítimas é um fator-chave para o mercado**. PRNewswire, 10 de julho de 2019. OneFile Acadêmico. Disponível em: <<http://link.galegroup.com/apps/doc/A592857138/AONE?u=capex&sid=AONE&xid=83d3ad66>>. Acesso em: 18 de julho de 2019.

QI, M.; LI, X.; YAN, X.; ZHANG, C. On the evaluation of AGVS-based warehouse operation Performance. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 87, p. 379-394, 2018.

RUN, R. S.; XIAO, Z. Y. Indoor Autonomous Vehicle Navigation - A Feasibility Study Based on Infrared. **Technology. Applied system innovation**, v. 1, n. 1, 4, 2018.

SANTOS, L. C.; LOUNINE, C. P.; SOUZA, E. C. S.; PEREIRA, K. G. Otimização de sistemas de abastecimento de linhas de produção: estudo de caso de uma empresa de produção de secadores profissionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 7, 2017, Ponta Grossa, PR. **Anais...** Ponta Grossa: CONBREPRO, 2017. Disponível em: <<http://aprepro.org.br/conbrepro/2017/anais.php>> Acesso em 16 julho 2019.

SANTOS, L.; NETO, M. S. N.; PRADO, G. E.; PRADO, E. A viabilidade da implementação de AGVs em regiões portuárias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 8, 2018, Ponta Grossa, PR. **Anais...** Ponta Grossa: CONBREPRO, 2018. Disponível em: <<http://aprepro.org.br/conbrepro/2018/anais.php>> Acesso em 16 julho 2019.

SLACK, N.; BRANDON, J. A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. - 8 ed. - São Paulo : Atlas, 2018.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JHONSTON R. **Administração da produção**. 1 ed., 10 reimpr. São Paulo: Atlas, 2006.

SOUZA, J.; ROYER, R. Implantação de um sistema AGV - veículo guiado automaticamente um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32, 2013, Salvador, BA. **Anais...** SALVADOR: ENGEP, 2013. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/index.asp?ano=2013>> Acesso em: 13 de julho 2019.



**SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA  
FOTOVOLTAICA: ESTUDO DE  
CASO PARA APLICAÇÃO EM UMA  
INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR**

PHOTOVOLTAIC ENERGY GENERATION SYSTEM: CASE STUDY FOR  
APPLICATION IN A HIGHER EDUCATION INSTITUTION

**Anderson Stange  
Angélica Miglioranza  
Kleber Rissardi  
Luani Back Silvina**

## Resumo

A busca por meios alternativos para produção de energia tem sido bastante elevada nas últimas décadas, e dentre os sistemas disponíveis a geração de energia solar fotovoltaica tem se destacado em virtude de proporcionar benefícios financeiros e gerar menor impacto ambiental. Para realizar o estudo, buscaram-se bases teóricas através de métodos de pesquisa aplicada, qualitativa, bibliográfica e descritiva como subsídio para comprovar a viabilidade de implantação do sistema em uma Instituição de Ensino Superior. A viabilidade de aplicação de painéis solares está diretamente relacionada à radiação solar incidente no ambiente em estudo e aspectos de sombreamento, que possam dificultar a captação dos raios solares. Apesar das vantagens ambientais, é considerada uma energia limpa com baixo impacto ambiental, pois, os sistemas fotovoltaicos geram eletricidade em função da quantidade de luz solar que recebem. A questão financeira é de extrema importância e deve ser analisada para garantir o sucesso deste tipo de investimento, em vista de ser uma tecnologia não muito competitiva e a sua introdução no mercado apresentar alguns riscos devido ao alto valor de investimento. Por fim, o resultado do projeto mostrou que é viável a implantação da energia solar fotovoltaica na instituição, a fim de reduzir custos e diversificação energética.

**Palavras chave:** Energia Solar, Energia Limpa, Sustentabilidade.

## Abstract

The search for alternative means for energy production has been quite high in recent decades, and among the available systems the generation of photovoltaic solar energy has been highlighted by virtue of providing financial benefits and generating less impact Environmental. To carry out the study, we sought theoretical bases through applied, qualitative, bibliographic and descriptive research methods as a subsidy to prove the feasibility of implementing the system in a higher education institution. The feasibility of applying solar panels is directly related to the incident solar radiation in the study environment and aspects of shading, which may hinder the uptake of solar rays. Despite the environmental advantages, it is considered a clean energy with low environmental impact because, the photovoltaic systems generate electricity according to the amount of sunlight they receive. The financial issue is extremely important and should be analyzed to ensure the success of this type of investment, in view of being a non-competitive technology and its introduction to the market to present some risks due to the high investment value. Finally, the result of the project showed that it is feasible to implement photovoltaic solar energy in the institution, in order to reduce costs and energy diversification.

**Key-words:** Solar Energy, Clean Energy, Sustainability.



## 1. INTRODUÇÃO

A busca por meios alternativos para produção de energia tem sido bastante elevada nas últimas décadas, e dentre os sistemas disponíveis a geração de energia solar fotovoltaica tem se destacado em virtude de proporcionar benefícios financeiros e gerar menor impacto ambiental.

Em vista do crescimento da participação termelétrica na matriz energética, o Governo Federal tem cada vez mais incentivado a utilização de fontes renováveis alternativas. A utilização de um sistema fotovoltaico na geração de energia elétrica é considerada uma solução para alguns dos problemas que o país vem enfrentando, entre os quais destacam-se o crescimento populacional, que por consequência aumenta a demanda de energia e a redução do custo da produção de energia elétrica tem sido um desafio da maioria dos países no mundo

A principal característica da energia solar fotovoltaica é a sua produção no mesmo local ou bem próxima aos centros de consumo, se tornando uma alternativa muito interessante por ser uma fonte de energia renovável e possibilitar a redução de custos. Diante dessa questão ambiental, que tem ganhado espaço na sociedade, cresce a busca por fontes de energia mais eficientes, que reduzam os impactos. Perante o contexto exposto questiona-se: quais as vantagens e dificuldades para implantação de um sistema de geração fotovoltaica em uma instituição de ensino superior?

O objetivo deste trabalho consiste em realizar uma análise da aplicabilidade de um sistema de geração de energia fotovoltaica, em uma instituição de ensino superior localizada no oeste Paranaense.

## 2. BASE TEÓRICA

A base do conceito do desenvolvimento sustentável é a utilização dos serviços da natureza dentro do princípio da manutenção do capital natural, aproveitando os recursos naturais dentro da capacidade de carga do sistema. Neste sentido o desenvolvimento sustentável está vinculado a três conceitos, sendo eles de grande importância para se compreender sua característica (CHAMBERS et al., 2000; WACKERNAGEL; REES, 1996). Sendo elas: desenvolvimento – é um estágio econômico, social e político, o qual é determinado por índices de produção, sendo eles recursos naturais, capital e trabalho; crescimento – representa a ampliação da escala do sistema econômico; sustentável – relaciona-se com o significado de suportar, conservar, proteger, favorecendo o seu processo sem dar ênfase na escassez de recursos.



O desenvolvimento sustentável qualifica-se como processo de transformação, é a ação que deve satisfazer as necessidades não comprometendo as gerações futuras, a fim de reforçar o potencial presente, harmonizando a exploração de recursos sustentáveis (SEIFERT, 2005). Neste caso, o desenvolvimento sustentável deve ser capaz de auxiliar nos problemas atuais, por meio da proteção e manutenção de sistemas contemporâneos de produção, organização e utilização dos recursos naturais.

Energia renovável estende-se a propostas de energias inovadoras que apresentem impactos ambientais consideravelmente inferior aos anteriores. A questão da preservação do meio ambiente tem despertado uma maior procura nas alternativas menos poluentes, renováveis e que possuam menor impacto ambiental (PEREIRA, 2006).

A energia é considerada renovável a partir do momento em que suas condições naturais possibilitam sua restauração em um período de tempo curto, a partir disto, as fontes consideradas renováveis são a solar, a maremotriz, a geotermal, a eólica, a hidráulica e a biomassa. As principais vantagens apresentadas por estas fontes de energia são o fato de diminuir o lançamento de gases do efeito estufa por substituírem o uso de combustíveis fósseis, a possibilidade de atender as demandas em áreas rurais, urbanas e industriais, além de expandir o índice de emprego em todos os processos de geração de energia na montagem, instalação e manutenção do sistema (GOLDEMBERG; LUCON, 2008).

O futuro sustentável se torna possível se for influenciado por fontes renováveis, o crescimento das energias renováveis aumentaria em média de 25% em 2018 para 85% até 2050 (IRENA, 2018).

A energia solar é o principal recurso energético disponível para o ser humano, visto que, cerca de 60% da energia total do sol alcança a superfície terrestre, e é possível utilizá-la na sua forma direta (radiação solar) e indireta (vento, biomassa, hidro, oceano, entre outros) (WEC, 2013).

Estudos mostram que o Brasil é destaque na geração de energia renovável, ocupando o quarto lugar de maior produtor deste tipo de energia no mundo e tendo a quarta maior participação de fontes renováveis em sua matriz energética. Apesar de estar entre os dez países com demanda total de energia ocupa também o 12º lugar no ranking de emissões gases poluentes, estando distante dos maiores poluidores do planeta, o que pode explicar a grande importância da geração de energia limpa para a contribuição em sua matriz energética (PAC, 2014).

A energia solar tem grande importância para a conservação da vida no planeta, visto que o sol é considerado a grande fonte de energia da Terra. Ela é recebida em forma de radiação que fica retida pela atmosfera, o que permite que a terra se mantenha a uma temperatura constante e possibilitando a existência de vida em nosso planeta (MUÑIZ; GARCIA, 2007).



No início de 1990 o sistema fotovoltaico (SFV) passou a se destacar entre as aplicações de tecnologia fotovoltaica, neste período a produção cresceu a uma taxa de 51% nos anos de 2007 e 2008. Este crescimento ocorreu devido aos programas de incentivos, criados para ampliar a geração de energia renovável e reduzir o lançamento de gases poluentes (GOLDEMBERG; LUCON, 2008).

Esta tecnologia consiste em componentes para a geração de energia elétrica, além disso, emprega vários dispositivos que são utilizados para melhorar a eficiência operacional, não gerando qualquer tipo de resíduo durante a produção de eletricidade, porém, na indústria de painéis fotovoltaicos durante o processo de fabricação dos módulos fotovoltaicos são utilizados gases. Contudo, a reciclagem do material manuseado para a fabricação dos módulos é um método economicamente viável especialmente para produção de grande escala (GOLDEMBERG; LUCON, 2008; KANNAN; VAKEESAN, 2016).

A maior parte da produção dos painéis fotovoltaicos esta sendo implantadas e adaptadas em telhados, fachadas de edificações nas zonas urbanas eletrificadas. Há dois tipos de sistemas utilizados que são: *grid-connect* (conectado à rede) e *stand-alone* (isolado). No caso do sistema conectado à rede, a energia é disponibilizada no ponto de consumo ou na rede de distribuição onde o sistema está instalado, e no sistema isolado é feita a geração de energia e armazenada em uma bateria, podendo assim ficar um longo período contida (GOLDEMBERG; LUCON, 2008; REAL SOLAR, 2017).

Ainda que os investimentos em projetos de energia renovável, através dos painéis fotovoltaicos, não trazem um retorno atraente em curto prazo, sua cooperação para a sociedade e os benefícios para o meio ambiente são compensatórios. Cabe destacar, que novos estudos e avaliações sempre desafiam os pesquisadores a potencializar o uso dessas fontes, onde o sistema mais eficiente tecnicamente não é necessariamente o sistema mais atrativo economicamente (NASCIMENTO, 2011).

Para que a energia solar fotovoltaica tenha um maior destaque na matriz energética brasileira, ocorrendo um processo de expansão, são necessários maiores investimentos e incentivos governamentais e os custos dos equipamentos devem diminuir, para tornar cada vez mais viável a utilização desta fonte renovável de energia (SEGURA et al., 2015).

### 3. METODOLOGIA

De acordo com a sua finalidade, esta pesquisa é classificada como aplicada, uma vez que a investigação parte de conhecimentos prévios e sua utilização tem consequências práticas. Quanto à abordagem do problema, classifica-se tanto qualitativa quanto quantitativa. Ainda, em relação aos objetivos o estudo pertence à classe das pesquisas descritivas e exploratórias. Seus procedimentos pautam-se



na pesquisa bibliográfica e estudo de caso para fundamentá-la, em que foram coletados dados em campo a fim de interpretar fatos e fenômenos em seu ambiente original. Quanto ao instrumento de coleta de dados utilizou-se o método de observação estruturada.

A instituição de ensino analisada é localizada na região oeste do Paraná e oferta cursos de graduação e pós-graduação. Atualmente possui cerca de 1000 alunos que usufruem de suas instalações e ensino de qualidade.

Para a coleta de dados da pesquisa, o processo foi realizado de acordo com a Figura 1.

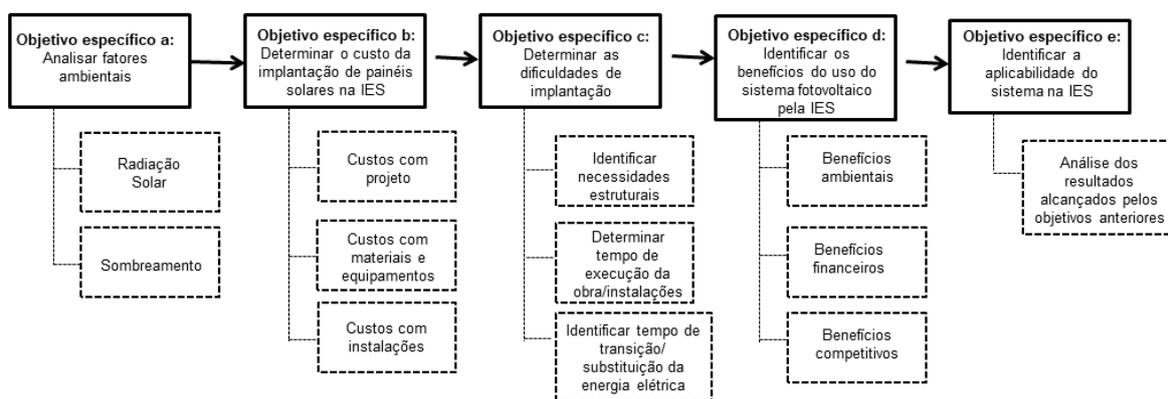


Figura 1 – Fluxograma das atividades para alcance dos objetivos propostos  
Fonte: O autor (2019)

A realização de cada uma das atividades, Figura 1, contribui com o alcance do objetivo proposto nesta pesquisa.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fim de atender aos objetivos expostos do trabalho, foram analisados os fatores ambientais envolvidos na instituição em estudo de modo a identificar a aplicabilidade da implementação do gerador fotovoltaico.

O território brasileiro, como um todo, possui alto potencial para captação de energia solar. Para ter-se melhor estimativa do potencial de geração em determinado local é imprescindível conhecer o nível de insolação do mesmo, uma vez que representa a quantidade de energia proveniente do sol que chega neste local (Figura 2).

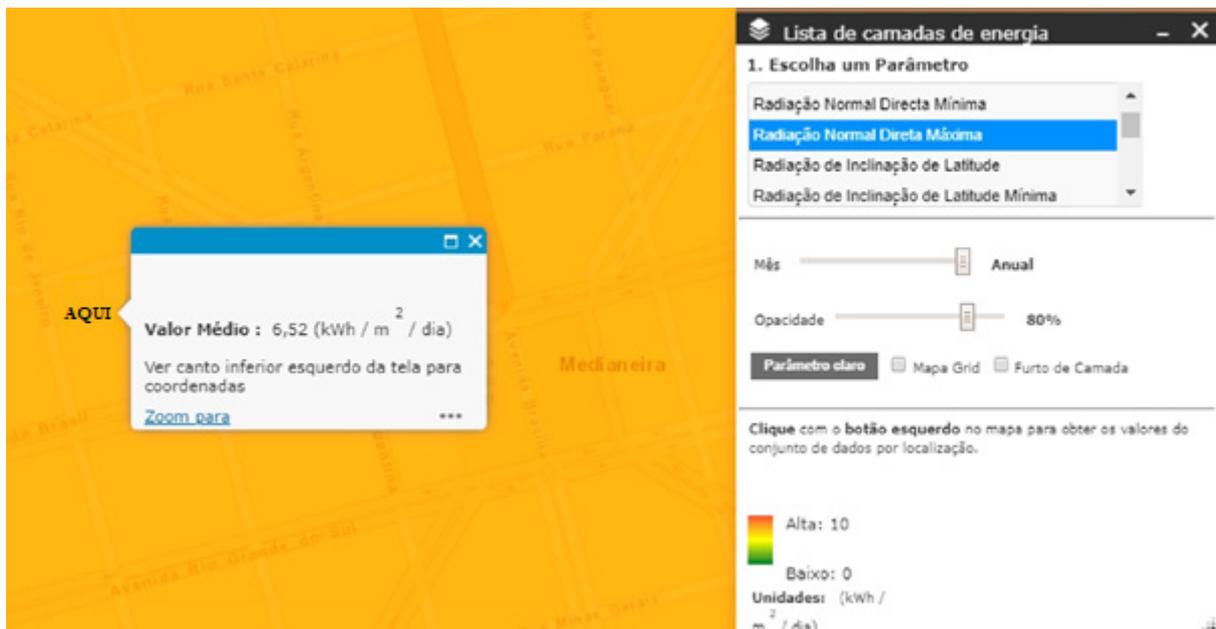


Figura 2 - Mapa da energia solar do município sede da IES  
 Fonte: www.nasa.gov

O nível de insolação médio na cidade sede é de 6,52 kWh/m<sup>2</sup> de radiação solar média anual, de acordo com a web site da NASA. A partir desse valor pode-se avaliar a aplicabilidade da implementação do sistema na IES.

NA sequencia, buscou-se conhecer o sombreamento das instalações da IES estudada através de imagens fornecidas pelo Google Maps, apresentada na Figura 3.

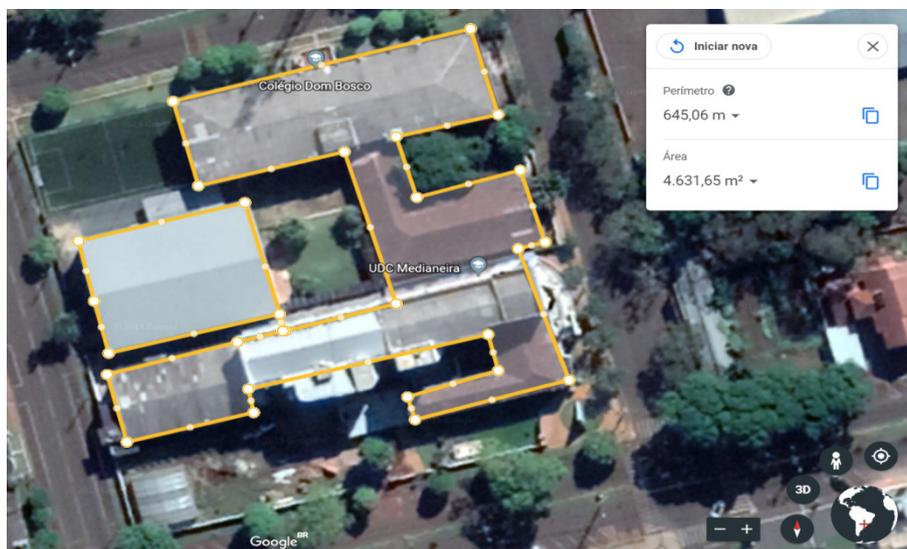


Figura 3 – Foto aérea da área de sombreamento da IES  
 Fonte: Google Maps (2019)

Esta busca se justifica pela relação direta entre o sombreamento e as características elétricas da célula e do módulo fotovoltaico. Quando uma célula solar é sombreada, a menor incidência da quantidade de radiação é que determinará a corrente e, a potência de operação de todo o conjunto é reduzida, pois isto equivale a reduzir a irradiação solar e esta tem uma influência direta na corrente do módulo.

Em seguida, voltou-se a determinação dos custos da implantação de um sis-

tema de geração de energia fotovoltaico. Estes custos são variáveis e diretamente relacionados à quantidade painéis necessários para que se supra a demanda de energia da IES.

Devido os dados do consumo de energia elétrica da instituição em estudo ser desconhecidos, em virtude de restrições impostas, o orçamento foi realizado para sistemas básicos de geração de energia e com duas empresas distintas que atuam na região oeste paranaense (Tabela 1).

Quant.	Unid.	Descrição	Empresa A	Empresa B	Observações
50	PÇ	Módulo Fotovoltaico	X		Potência máx. 265w por peça
43	PÇ	Módulo Fotovoltaico		X	Potência máx. 320w por peça
1		Inversor Solar	X	X	
1		Instalação, projeto	X	X	
1		Monitoramento remoto	X	X	
Valor total do orçamento			R\$ 117.958,50	R\$ 75.596,23	

Tabela 1 – Orçamento do sistema fotovoltaico  
 FONTE: O autor (2019)

A Empresa A apresentou, em sua proposta, que o seu sistema fotovoltaico é composto por 50 módulos, com capacidade de gerar 1.828,66 kWh/mês. Por outro lado, a Empresa B propõe a instalação de 43 módulos fotovoltaicos que serão capazes de gerar 1639 kWh/mês. É importante lembrar que as capacidades de geração de energia são estimadas, pois o sistema é totalmente dependente da radiação solar. E como há variação da radiação solar, não é possível estabelecer um valor constante.

De acordo com o estudo feito, pode-se inferir que a energia fotovoltaica é uma fonte limpa, renovável, importante e com um potencial de crescimento considerável. Em contrapartida, a mesma apresenta algumas dificuldades para sua aplicação, como por exemplo, o alto custo do investimento inicial, uma vez que a implantação dos sistemas fotovoltaicos é relativamente mais cara se comparado a outras fontes de energia elétrica, como energia provinda de hidrelétricas. Mostra-se também a preocupação com a questão voltada para a estrutura de sustentação dos módulos, pois se propõe instalá-los sobre o telhado da IES estudada, e para isso será necessário fazer uma avaliação técnica da estrutura antes da instalação do sistema.

Para o investimento ser realizado, deve-se levar em consideração o tempo de retorno (também conhecido como *payback*), ou seja, a partir de que momento o investimento passa a dar lucro, visto que a energia solar é gratuita e a economia se estenderá por tantos anos quanto o sistema estiver ativo.

Utilizou-se como base um estudo de Dassi et al (2015) realizado anteriormente em uma IES de Santa Catarina para implantação de um sistema de energia fotovoltaica.

Material	Quant.	Valor R\$ (un.)	Valor total R\$
Painel Solar, distribuidor Renovigi, fabricante Risen, modelo SYP250, certificação "A" no INMETRO	400	750,00	300.000,00
Inversor "on grid", distribuidor Renovigi, fabricante B&B Power, modelo ST 20000TL, potência de 20,0kW.	5	15.619,88	78.099,40
Suporte de fixação de painéis	400	120,00	48.000,00
Comissionamento e <i>start-up</i>	1	12.000,00	12.000,00
Interligação com a rede de energia existente	1	7.500,00	7.500,00
Painel de proteção e distribuição de energia fotovoltaica (PPDEF) 1 9.200,00			9.200,00
Instalações elétricas das placas fotovoltaicas	1	62.000,00	62.000,00
Projeto Elétrico	1	28.000,00	28.000,00
Total			544.799,40

Tabela 2 - Investimento do projeto na IES similar, de Santa Catarina  
Fonte: Dassi, et al (2015)

O estudo de Dassi, et al (2015) considerou ainda o retorno do investimento projetado para um período de 15 anos, através do payback.

Anos	Investimento	Fluxo de Caixa	Economia Fatura Energia Elétrica	Fluxo de Caixa Descontado	Payback descontado
0	-R\$ 544.799,40	-R\$ 544.799,40		-R\$ 544.799,40	-R\$ 544.799,40
1		R\$ 75.311,45	R\$ 75.311,45	R\$ 68.464,96	-R\$ 476.334,44
2		R\$ 75.311,45	R\$ 75.311,45	R\$ 62.240,87	-R\$ 414.093,57
3		R\$ 75.311,45	R\$ 75.311,45	R\$ 56.582,61	-R\$ 357.510,96
4		R\$ 75.311,45	R\$ 75.311,45	R\$ 51.438,74	-R\$ 306.072,23
5		R\$ 75.311,45	R\$ 75.311,45	R\$ 46.762,49	-R\$ 259.309,74
6		R\$ 75.311,45	R\$ 75.311,45	R\$ 42.511,35	-R\$ 216.798,39
7		R\$ 75.311,45	R\$ 75.311,45	R\$ 38.646,68	-R\$ 178.151,71
		8 R\$ 75.311,45	R\$ 75.311,45	R\$ 35.133,35	-R\$ 143.018,36
9		R\$ 75.311,45	R\$ 75.311,45	R\$ 31.939,41	-R\$ 111.078,95

10		R\$ 75.311,45	R\$ 75.311,45	R\$ 29.035,83	-R\$ 82.043,12
11		R\$ 75.311,45	R\$ 75.311,45	R\$ 26.396,20	-R\$ 55.646,92
12		R\$ 75.311,45	R\$ 75.311,45	R\$ 23.996,55	-R\$ 31.650,37
13		R\$ 75.311,45	R\$ 75.311,45	R\$ 21.815,05	-R\$ 9.835,32
14		R\$ 75.311,45	R\$ 75.311,45	R\$ 19.831,86	R\$ 9.996,53
15		R\$ 75.311,45	R\$ 75.311,45	R\$ 18.028,96	R\$ 28.025,50

Tabela 3- Retorno do investimento do projeto  
Fonte: DASSI et al (2015)

O cálculo realizado para determinar o payback descontado considera uma TMA (taxa média anual) de 10% ao ano, dessa forma, conclui-se que serão necessários 13,50 anos para restabelecer o montante proposto de R\$ 544.799,40 investido inicialmente.

Ainda observando as informações presentes na Tabela 3, apenas com a economia acumulada no decorrer de um período de 8 anos (8 x R\$ 75.311,45), é capaz de identificar um montante de R\$ 602.491,60, ou seja, já é R\$ 57.692,20 superior ao montante referente ao custo total da implantação do sistema de energia solar. Estes valores se aproximam da realidade da IES em estudo, uma vez que as duas instituições possuem características compatíveis quanto a condições climáticas e instalações físicas.

Assim, além do benefício da redução no consumo de energia elétrica, ocorre a redução da demanda no horário de ponta do sistema. Esse horário de pico no Brasil ocorre entre 17h e 21h, sendo o horário de maior utilização de energia na IES e também de tarifa mais elevada.

A proposta de utilização de um sistema fotovoltaico proporciona a conscientização sobre a importância da utilização de fontes renováveis de energia, que através da implantação do proporciona aos alunos exemplo e estímulos para multiplicar tal feito, aumentando a possibilidade de sensibilização das pessoas quanto à sustentabilidade ambiental.

Outro fato de extrema importância está no envolvimento da educação ambiental e população externa, visto a necessidade de o Brasil ampliar a utilização de fontes renováveis de energia. Desta forma, a inserção de um projeto de energia fotovoltaica nesta IES auxilia no incremento de ações de marketing, ocasionando uma maior visibilidade para suas instalações e ações educativas, e como resultado, ajudando no seu fortalecimento econômico.

A adoção da energia solar fotovoltaica está ligada diretamente à adesão de uma matriz energética mais limpa, sendo uma medida sustentável e com poder mercadológico, devido a economia com o consumo da energia, tem-se o incentivo

para se reinvestir na própria instituição.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado teve como objetivo verificar a viabilidade da energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e diversificação energética em uma Instituição de Ensino Superior do oeste do Paraná.

Para tal, efetuou-se uma pesquisa exploratória, por meio de um estudo de caso, em que se comparou a viabilidade econômico-financeira de um caso semelhante, ponderando a aplicabilidade da implementação da energia solar fotovoltaica.

Ao analisar os fatores ambientais envolvidos na instituição, a fim de identificar a aplicabilidade de painéis solares, notou-se que fatores ambientais como radiação solar e sombreamento são totalmente favoráveis para a instalação, considerando a inexistência de prédios ou árvores altas nos arredores do prédio e o alto potencial de irradiação solar da região.

O prédio apresenta condições para a instalação de um sistema desse tipo, porém, somente um laudo de especialistas pode assegurar a resistência estrutural do mesmo. Ainda, por ser uma tecnologia amplamente difundida e aplicada na atualidade, pode-se afirmar que detalhes técnicos como o tempo de instalação e implementação, bem como o comissionamento para o início da geração, são conhecidos e, constituem-se riscos calculados, que de modo algum inviabilizam a aplicação.

Os benefícios da utilização do sistema fotovoltaico na IES consistem na expansão das ofertas de energia renovável, com resultados econômicos mais positivos para a acessibilidade tarifária. Além da vantagem na redução de custos com energia elétrica, a energia solar é uma das mais importantes e acessíveis fontes de energias renováveis, gerando benefícios inestimáveis também ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

CHAMBERS, Nicky; SIMMONS, Craig; WACKERNAGEL, Mathis. **Sharing Nature's Interest**: Ecological Footprints as an Indicator of Sustainability. London: Earthscan Publications Ltd, 2000.

DASSI, Jonatan A.; et.al. **Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil**. In: XXII Congresso Brasileiro de Custos, 2015, Foz do Iguaçu. Anais [...]. Foz do Iguaçu, 2015.

IRENA - International Renewable Energy Agency. **Wind Power**, Technology Brief. 2016.

Disponível em: <<http://www.irena.org/publications/2016/Mar/Wind-Power>>. Acesso em: 2 Out. 2018.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. 3. ed. São Paulo:

Universidade de São Paulo, 2008.

KANNAN, N.; VAKEESAN, D. Solar energy for future world: - A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 62, p. 1092 – 1105, 2016.

MUÑIZ, J. M. M.; GARCIA, R. C. **Energia solar fotovoltaica**. Madrid: Gráficas Marcar S.A., 2007.

NASCIMENTO, Luís Antônio Brum. **Análise energética na avicultura de corte: estudo de viabilidade econômica para um sistema de geração de energia elétrica eólico-fotovoltaico conectado à Rede**. Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Engenharia Elétrica), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2011.

PAC - Programa de Aceleração do Crescimento. **Brasil é o 4º maior produtor de energia renovável do mundo**. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/noticia/3c67e495>>. Acesso em: 13 Out 2018.

PEREIRA, E. B.; et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: INPE, 2006.

REAL SOLAR. **Os sistemas conectados à rede (on grid)**. 2017. Disponível em: <<http://realsolar.com/como-funciona.php>>. Acesso em: 13 Out 2018.

RÜTHER, R.; ZILLES, R. Making the case for grid-connected photovoltaics in Brazil. **Energy Policy**, v. 39, n. 3, p. 1027 – 1030, 2011.

SEGURA, Rafael C. F.; et al. Análise de viabilidade econômica da implantação de painéis fotovoltaicos para geração de energia em pequenas e médias empresas: estudo de caso no contexto brasileiro. **Revista Espacios**, v. 36, n. 08, p. 02, 2015.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardi. **ISO 4001 sistemas de gestão ambiental: implantação objetiva e econômica**. São Paulo: Atlas, 2005.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our Ecological Footprint**. Gabriola Island, BC and Stony Creek, CT: New Society Publishers, 1996.

WEC- World Energy Council. **World Energy Resources**. WEC: London. 2013. Disponível em: <[https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/Complete\\_WER\\_2013\\_Survey.pdf](https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/Complete_WER_2013_Survey.pdf)>. Acesso em: 2 out. 2018.



# **IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA 5S E MANUTENÇÃO AUTÔNOMA NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

IMPLEMENTATION OF 5S AND AUTONOMOUS MAINTENANCE  
METHODOLOGY IN THE FOOD INDUSTRY

**Denes Magalhães Soares**

**Felipe Manoel Barbosa**

**Pedro Henrique Rodrigues da Silva**

**Sandro Ricardo Ferrari**

## Resumo

**A** Manutenção Produtiva Total (TPM) é um sistema de gestão que promove a eliminação de perdas e a maximização da produtividade no fluxo de valor. Este artigo apresenta a implementação do pilar de Manutenção Autônoma juntamente com o programa de base de 5S em uma indústria de alimentos na região centro oeste com um quadro operacional de 150 pessoas, sendo líder do seguimento que a empresa atua. Mostraremos conceitos necessários para implementação desta metodologia de forma eficiente e sua capacidade de melhorar processos, reduzir perdas e desenvolver pessoas.

**Palavras chave:** 5S; Manutenção Autônoma; TPM; Melhoria Contínua

## Abstract

**T**otal productive Maintenance (TPM) is a management system that promotes losses elimination and maximize productivity in the value stream. This article presents the implementation of the autonomous maintenance and 5S program in a food industry from the Midwest region with operational staff of 150 employees, being leader in its market sector. Furthermore, it will show necessary concepts for an efficient application and its capacity in process improvement, loss reduction and developing people.

**Key-words:** 5S; Autonomous Maintenance; TPM; Continuous Improvement



## 1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste artigo é mostrar a aplicação da metodologia TPM nas indústrias de alimentos, apresentando suas ferramentas e técnicas para melhorar os processos e condições de trabalho.

Apresentaremos como foi a implementação do programa de 5S e o pilar de Manutenção Autônoma e a capacitação dos colaboradores melhorar os processos, aumentar produtividade e reduzir as perdas.

Mostraremos quais foram as dificuldades na implementação desta metodologia e estratégias para garantir a sustentação do projeto, manter a equipe engajada e o cumprimento do plano de trabalho.

## 2. METODOLOGIA

O Para implementar o 5S e a Manutenção Autônoma, foi criado um cronograma para cada programa e dividido em três estágios: planejamento, preparação, implementação.

### 2.1. PROGRAMA DE 5S

A fase de planejamento do 5S consistiu na criação do manual de auditoria, definição das áreas auditáveis, cronograma preliminar de auditorias, material e manuais auxiliares para as áreas auditáveis. A teoria da Manutenção Autônoma foi utilizada como base para o desenvolvimento do programa de 5S e garantir resultados, vinculando as principais atividades do pilar aos sentidos (SUZUKI, 1994).

Durante a fase de preparação foi realizada a seleção e treinamento dos auditores multidisciplinares. Foram excluídos da seleção cargos de gestão e definidas regras de auditoria cruzada a fim de evitar vícios. Nesta fase também foram realizadas a divulgação e o treinamento teórico e prático para todos os colaboradores da fábrica.

Em seguida iniciou-se a fase de implementação em que foram realizadas as auditorias, apresentações e acompanhamento de resultados.

As auditorias eram realizadas mensalmente e o auditor respondia um questionário que avalia os cinco sentidos. Para as não conformidades encontradas eram ge-

radas evidências com fotos. Ao final era gerado uma pontuação por senso e geral, além do plano de ações para o gestor da área.

Os resultados de cada auditoria e o acompanhamento dos planos eram realizados mensalmente em reunião entre auditores e gestores.

## **2.2. PILAR DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA**

Para a implementação do pilar de manutenção autônoma, a fase de planejamento incluiu a definição da linha piloto para treinamento e das principais atividades, criação de um cronograma de implementação específico para cada linha de produção, planos de treinamentos de cada etapa, além da criação dos manuais de evolução e modelos de padrões.

Para a fase de preparação, a linha de maior volume de produção foi selecionada como linha piloto. Durante esse estágio foram desenvolvidas as principais atividades da manutenção autônoma: Lição Ponto a Ponto (LPP), Quadro de Atividades, Padrão e Checklist de inspeção, Etiquetas de Identificação de Problemas e Reuniões Autônomas. Foram realizados treinamentos teóricos e práticos com os colaboradores além do preenchimento dos modelos provisórios e registro das atividades.

O início da fase de implementação se iniciou com a apresentação para toda a fábrica sobre a temática com workshop e palestras. Foram definidos os padrinhos para cada linha e a divulgação dos cronogramas de implementação de cada etapa da manutenção autônoma com seus treinamentos e expectativas.



### 3. RESULTADOS

O planejamento da implementação dos programas seguiu conforme cronograma abaixo na Figura 1.

<b>Cronograma implementação 5s</b>	fev/18	mar/18	abr/18	mai/18	jun/18	jul/18	ago/18	set/18	out/18	nov/18	dez/18	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19
Estudo fabril para implementação 5s	█																		
Separação de áreas e montagem do manual de auditoria		█																	
Definição e treinamento dos auditores			█																
Treinamento fabril				█	█														
Auditoria						█	█	█	█	█									
Apresentação de resultados para diretoria								█											
Avaliação de boas práticas e atualização do manual											█								
Expansão de áreas auditáveis												█							
Treinamento de calibração de auditores													█						
Auditoria														█	█	█	█	█	█
Apresentação de resultados para diretoria																			█
<b>Cronograma implementação manutenção autônoma</b>																			
Definição da linha piloto e criação do master plan						█													
Definição dos tesouros							█												
Treinamento da operação								█											
Aplicação prática dos tesouros em linha piloto									█	█	█	█	█						
Apresentação da manutenção autônoma para fábrica												█							
Treinamentos para liderança													█	█					
Implementação nas demais linhas da fábrica															█	█	█	█	█

Figura 1 – Cronograma de Implementação do 5S e MA

Tendo como base da estrutura dos pilares da TPM, o programa de 5S foi desenvolvido de forma robusta e que englobasse as principais atividades dos pilares de manutenção autônoma, com o objetivo principal de sustentar a longo prazo os resultados de cada senso (SUZUKI, 1994).

Outro conceito importante no programa foi a utilização de ferramentas acessíveis à operação, como cadernos, registros e quadros para preenchimento escritos à mão.

O senso de utilização teve como base a eliminação de desperdícios, excessos e improvisos de materiais inutilizáveis e a melhoria das condições de equipamentos e instalações.

O senso de ordenação foi avaliado de maneira que a sua evolução estivesse atrelada ao primeiro senso, ou seja, com redução de desperdícios e melhores condições seria possível obter maior produtividade com ambientes mais organizados e materiais sequenciados logicamente.

Para o senso de limpeza, a primeira etapa da manutenção autônoma foi utilizada como base para estabelecer os conceitos de eliminação de fontes de sujeira (FS) e locais de difícil acesso (LDA). Neste senso também foi abordada a utilização de etiquetas de anomalias para resolução de problemas relacionados a FS e LDA, sendo etiquetas vermelhas para a equipe de manutenção resolver e azuis para anomalias que a própria operação conseguisse tratar.

O senso de padronização abrangeu todo os conceitos da manutenção autônoma para utilização de controles visuais e padrões de documentos.

O senso de autodisciplina abordou amplamente o conhecimento da cultura organizacional e os dispositivos que garantem o controle e monitoramento dos sentidos, como treinamentos, divulgação de normas e procedimentos e melhoria contínua.

O controle de auditorias cruzadas, juntamente com o monitoramento eficaz dos planos de ações foi um fator determinante para garantir a consistência na evolução de cada senso.

Outra boa prática que contribuiu com as melhorias na fábrica foi o envolvimento da operação através de treinamentos e atuação nas resoluções de problemas. A figura 2 apresenta a evolução das notas do programa de 5S.

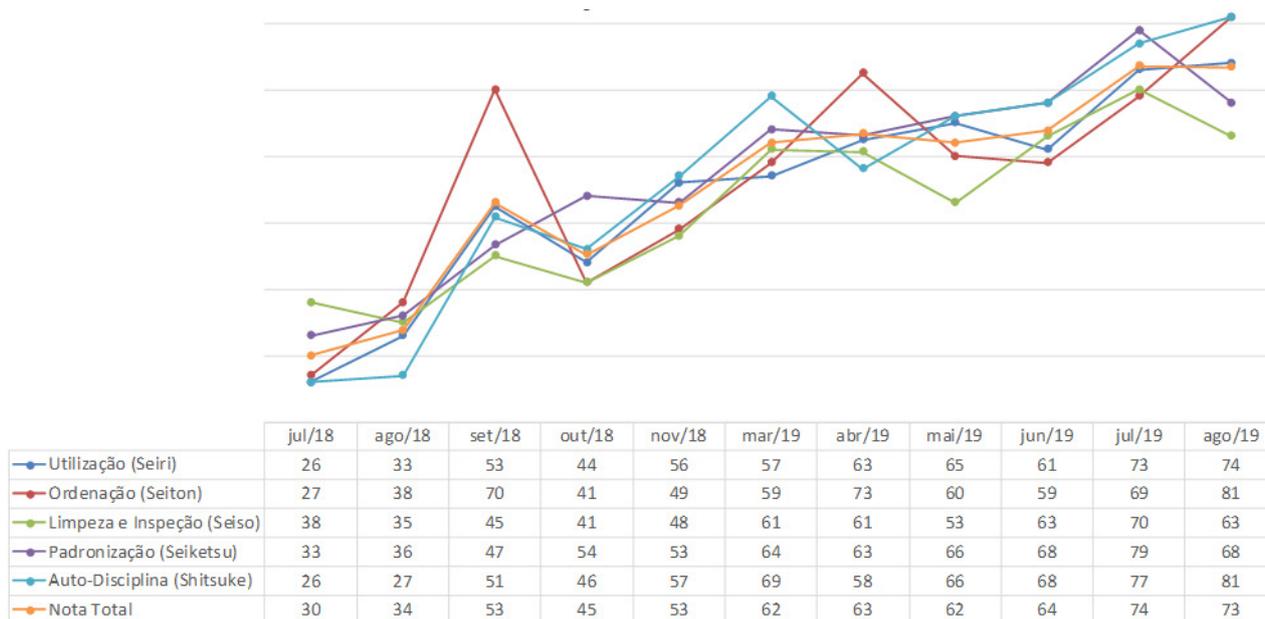


Figura 2 – Gráfico de evolução dos sentidos

A abordagem geral de todos os sentidos ao invés de trabalhar cada um separadamente apresentou resultados satisfatórios. Houveram alguns meses em que algum senso se destacou devido a ações de melhorias focadas.

A consolidação dos conceitos de cada senso auxiliou na eliminação de desperdícios e retrabalhos.

As evidências mostraram a minimização dos riscos de acidentes com áreas mais organizadas e sem improvisos, redução de tempo em tarefas de limpeza através da eliminação ou contenção de fontes de sujeira, maior eficiência de fluxo de abastecimento de linhas com a padronização, além da redução de tempo de procura de ferramentas.

Para implementação da manutenção autônoma, foi selecionada a linha de maior volume de produção como piloto. Durante o período de quatro meses foram realizados treinamentos com as equipes de operação e manutenção, buscando a aplicação das ferramentas: Lição Ponto a Ponto (LPP), Quadro de Atividades, Pa-

drão e Checklist de inspeção, Etiquetas de Identificação de Problemas e Reuniões Autônomas. Também foram desenvolvidos comportamentos e hábitos para tornar as atividades mais eficientes.

A aproximação das equipes de manutenção e operação foi determinante para determinar responsabilidades. Além disso, foi possível criar um ambiente que favorável a restauração de condições ideais de funcionamento de equipamento antes da realização de melhorias de maquinário (SUZUKI, 1994)

Os principais conceitos para suportar as atividades se basearam no ciclo de melhoria CAPDo, Hozen, Kaizen, 5W2H e Análise de Causa Raíz. O ensinamento das teorias para o time operacional resultou na facilidade para absorver as atividades da manutenção autônoma e serviram de modelo mental para resolução de problemas rotineiros (SUZUKI, 1994).

Com o envolvimento dos times de operação e manutenção nos treinamentos desde a fase de preparação se mostrou importante para evitar os problemas de falta de capacitação e de apoio (DAVIS, 1997).

Outro ponto importante para sustentar a implementação do pilar foi o planejamento das atividades de maneira que não faltasse tempo para a operação desenvolvê-las (AHUJA E KHAMBA, 2008). Isso foi obtido com o envolvimento dos times de planejamento e controle de produção e manutenção.

Legenda	
1	LIMPEZA INICIAL
2	RESOLUÇÃO DE FONTES DE SUJEIRA E LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO
3	LUBRIFICAÇÃO E CONTROLES VISUAIS
4	INSPEÇÃO GERAL DE EQUIPAMENTOS
5	INSPEÇÃO AUTÔNOMA DE PROCESSOS



Após o período de preparação, foi definido o master plan de implementação para cada linha da fábrica. O bom resultado obtido pelo 5S e a fase de preparação

da manutenção autônoma serviu de base para projetar a implementação das cinco primeiras etapas no prazo máximo de dois anos.

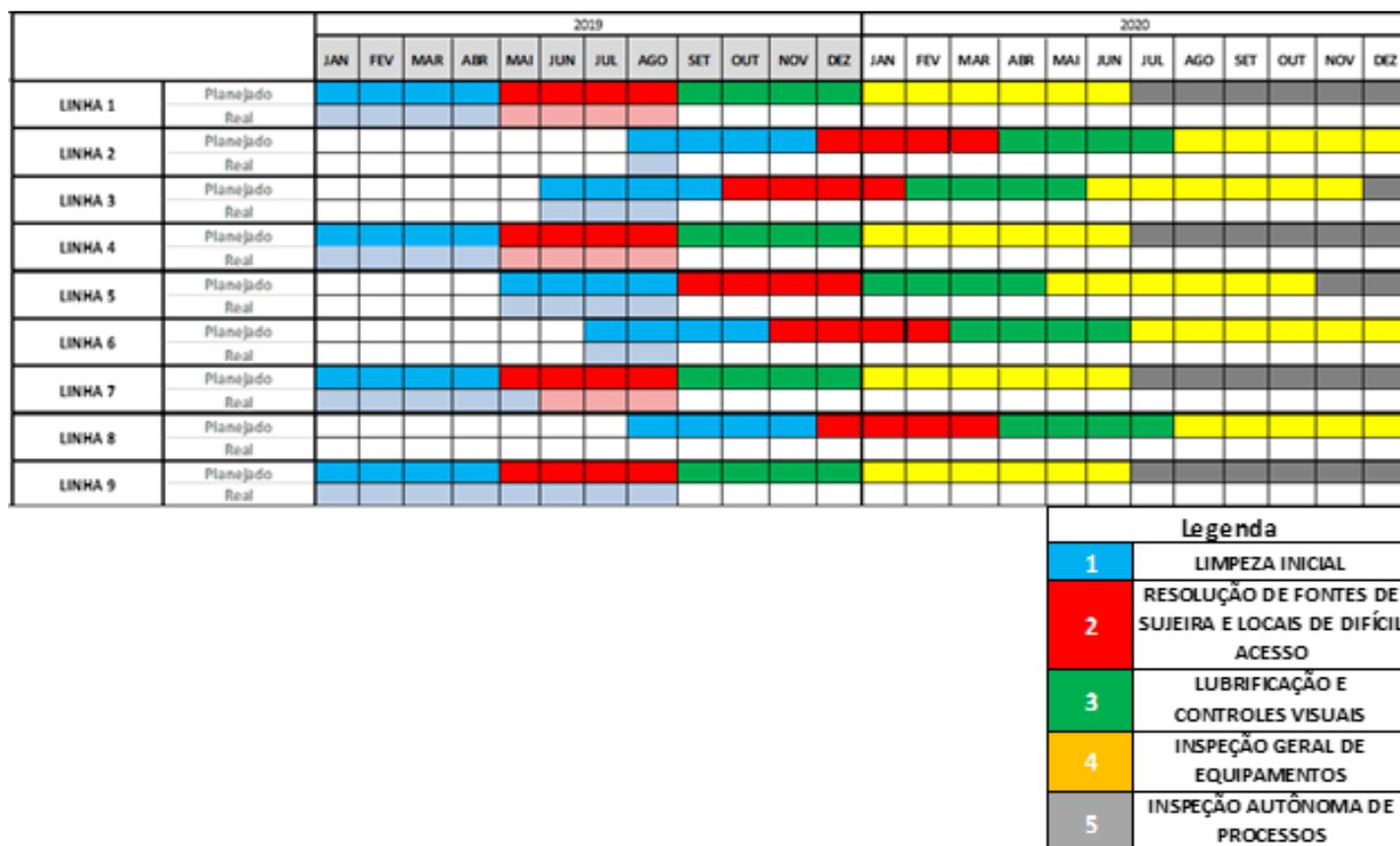


Figura 3 – Gráfico de evolução dos sentidos

## 6. REVISÃO DE CONCEITOS

Definições conceitos e significados da TPM na literatura atual, existem inúmeras definições disponíveis para descrever os conceitos da TPM. Entretanto, Seichii Nakajima (1988), o criador da metodologia, estabeleceu em sua definição original como um sistema de manutenção dos equipamentos executado por todos os funcionários, através de suas próprias iniciativas e em toda a empresa. Patra et al. (2005) e Chan et al., (2005) definem a metodologia através de sua sigla TPM, que significa: Manutenção: Significa manter o homem, a máquina e os materiais em suas condições ideais. Produtiva: Realça a utilização eficiente e eficaz de todos os recursos. Total: Significa o envolvimento total das pessoas em todas as funções e em todos os níveis hierárquicos. Além disso, a TPM pode ser definida como uma metodologia de gerenciamento da produção que identifica e elimina as perdas, maximizando a eficácia dos equipamentos. Ainda mais, promove uma cultura que explora o talento e as habilidades de todos os indivíduos, pela formação de pequenos grupos de trabalho em toda a organização (PATTERSON et al., 1996; AHUJA e KHAMBA, 2008; SHARMA et al., 2006; LJUNGBERG, 1998; CARRIJO 2008; ETI et al., 2004). Sendo assim, os princípios desta filosofia estão fundados na otimização dos recursos humanos e dos equipamentos. Quanto aos recursos humanos a TPM é direcionado a explorar plenamente as capacidades intelectuais de seus funcio-



nários. Já para os equipamentos, reduz a ocorrência de avarias inesperadas das máquinas que interrompem a produção (AHUJA e KHAMBA, 2008; GOSAVI, 2006; PARK e HAN, 2001).

A TPM estabelece uma relação sinérgica entre todos os setores organizacionais, mais particularmente entre produção e a manutenção, para promover a melhoria contínua de todo o processo produtivo (CHAN et al., 2005; AHUJA e KHAMBA, 2008; PARK e HAN, 2001). A ideia principal da TPM é aproximar a manutenção e a produção, para que trabalhem em conjunto, através de atividades desenvolvidas por pequenos grupos em que todos os membros participam, reduzindo o desperdício, minimizando o tempo ocioso e melhorando a qualidade do produto final (CHAN et al., 2005, LABIB, 1999; ETI et al., 2004).

Segundo Nakajima (1988) e Ahuja e Khamba (2008), os Estados Unidos desempenharam um papel de destaque na inovação tecnológica e na manutenção dos equipamentos. Eles foram os primeiros a adotar a manutenção preventiva, que evoluiu para técnicas de Prevenção da Manutenção e a Engenharia de Manutenção. O Japão desenvolveu todos estes conhecimentos e a partir de 1971, a empresa Japonesa Nippon Denso Co do Grupo Toyota foi à primeira empresa a implantar o programa da TPM com sucesso. Esta empresa recebeu a premiação do TPM Awards, em reconhecimento a suas boas práticas de manutenção. Este prêmio foi criado pelo JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance e marcou o início de um modelo referencial de utilização dos conceitos da TPM.

Para vários autores (NOON et al., 2000; AHUJA e KHAMBA, 2008; ETI et al., 2004), existem três principais objetivos da TPM: zero defeitos, zero acidentes e zero quebras. Para Labib (1999), o principal objetivo de um programa de TPM é fazer com que os manutentores e os operários da produção trabalhem juntos, em prol do bom funcionamento dos equipamentos. Outro objetivo da TPM, no que diz respeito ao equipamento, é de aumentar a sua eficácia ao máximo e mantê-lo nesse nível. Isto pode ser conseguido através da compreensão das perdas e dos meios para eliminá-las (BEN-DAYA e DUFFUAA, 1995). Em outras palavras, a TPM tem o objetivo de atingir um sistema de produção confiável, com a redução de resíduos e anomalias nos processos. Melhorando continuamente o sistema de produção, para atingir o máximo de eficácia no processo e manter os equipamentos em suas condições ideais (PARK e HAN, 2001; AHUJA e KHAMBA, 2008; KONECNY e THUN, 2011; CHAND e SHIRVANI, 2000).

Como já mencionado anteriormente, as atividades da TPM concentram-se ao redor dos equipamentos, através do aumento de sua eficiência, ou seja, atingindo sua máxima potencialidade operacional. Isso só é possível através da redução e eliminação de suas perdas. Estas falhas ocasionam a redução da quantidade de produtos e aumentam a incidência de defeitos. Nakajima (1988) caracterizou estas perdas dos equipamentos em seis categorias: perdas por quebras, perdas de ajuste, pequenas paradas, perdas de velocidade, perdas por retrabalhos e perdas por Start-up. Tsarouhas (2007) e Sharma et al. (2006) afirmam que a quantificação

destas perdas é um requisito importante no processo de melhoria contínua. Neste sentido, estas seis perdas são combinadas em uma medida global de eficácia dos equipamentos, conhecida como Overall equipment effectiveness (OEE).

## 7. DIFICULDADES DE IMPLEMENTAÇÃO APRESENTADAS COM CONCEITOS

Todas as pesquisas e vivência nesta indústria relacionadas a TPM descrevem que a implementação não é uma tarefa fácil. Neste sentido, ocorrem muitas falhas e os resultados não ocorrem da maneira rápida, dificultando uma organização de manufatura em alcançar a excelência em iniciativas TPM. Davis (1997) delineou várias razões para o fracasso da TPM dentro do Reino Unido, bem como: falta de compromisso da alta gestão, formadores inexperientes, falta de estrutura para as necessidades estratégicas e operacionais, falta de educação e treinamento para os funcionários, falta de esforços para envolver os operadores do chão de fábrica, falta de participação dos trabalhadores e falta de apoio a mudança de cultura. Ahuja e Khamba (2008) classificaram essas variáveis em três grandes obstáculos: falta de formação suficiente, falta de apoio da gestão e a falta de tempo suficiente para a evolução do programa. Desta forma, vários autores (AHMED et al., 2004; ADAM et al., 1997; CO et al., 1998; DAVIS, 1997; ARCA e PRADO, 2008; ADAN e GEOUGH, 2000; HATAKEYAMA e RODRIGUES, 2006) apontam que o maior problema está relacionado a falta de recursos humanos, em termos de número, habilidade e ao seu gerenciamento. Labib (1999) complementa que a falta de êxito da TPM não está relacionada com a metodologia, mas pela falta de atenção na gestão dos fatores humanos. Hatakeyama e Rodrigues (2006) confirmam esta hipótese em sua pesquisa sobre as causas das falhas no processo de implementação, onde grande parte da responsabilidade do insucesso é devido aos gestores do processo e da alta administração das empresas. Ainda nesta linha, Cooke (2000), Ahuja e Khamba, (2008) e Fredendall et al. (1997) também atribuem o fracasso da implementação da TPM com a incapacidade das organizações para coordenar seus recursos. Como metodologia é altamente dependente de seus recursos humanos, os gestores devem focar no envolvimento e na motivação de suas equipes. Konecny e Thun (2011) ainda sugerem que mais pesquisas devem se concentrar em práticas relacionadas aos recursos humanos, pois eles parecem desempenhar um papel crítico para o sucesso da TPM. Outras duas contribuições significativas que são frequentemente citadas na literatura e que contribuem para o fracasso do programa são: a incapacidade das empresas em mudar sua cultura (COOKE, 2000; PATTERSON et al., 1996; LAWRENCE, 1999; SHAMSUDDIN et al., 2005); a falta de mensuração e visualização dos resultados (LJUNGBERG, 1998; DAL et al., 2000; BLANCHARD, 1997; LAWRENCE, 1999; ADAM et al., 1997; CO et al., 1998; AHMED, et al, 2004). Desta forma, pode-se afirmar que existem inúmeros fatores que contribuem para o fracasso na implementação da TPM nas empresas. Neste processo, as empresas necessitam de um comprometimento a longo prazo para colher os benefícios da metodologia, onde o treinamento, suporte e gestão serão essenciais para o êxito



do programa.

A TPM possibilita excelentes resultados na rentabilidade das empresas e na satisfação de seus funcionários, com ganhos tangíveis e mensuráveis sobre a produção. Nakajima (1988) cita alguns casos de implementações bem-sucedidas, demonstrando empresas que atingiram 15 a 30% de redução dos custos de manutenção, outras revelaram 90% de redução dos defeitos do processo e 40 a 50% de aumento da produtividade. Willmott (1994) complementa que a implementação da TPM nas indústrias japonesas pode elevar a eficiência de seus processos para a ordem de 60 a 90% de sua capacidade instalada. Sangameshwaran e Jagannathan (2002) relataram em seu estudo que a metodologia da TPM pode trazer retornos de 12 vezes maior do que os investimentos iniciais. Empresas que praticam TPM podem alcançar resultados surpreendentes em várias dimensões organizacionais, bem como: melhorias em termos de qualidade, produtividade, custo, flexibilidade, moral, entrega e segurança (SHARMA et al, 2006; CUA et al, 2001; MCKONE et al, 1999; SETH e TRIPATHI, 2005; ETI et al., 2004). Desta forma, a implementação pode trazer vários benefícios. Por exemplo: aumento de produtividade (AHUJA e KHAMBA, 2007; LJUNGBERG, 1998; CHAN et al., 2005); melhora no comportamento organizacional (AHUJA e KHAMBA, 2008; LJUNGBERG, 1998; SETH e TRIPATHI, 2005); grande retorno com pequenos investimentos (AHUJA e KHAMBA, 2008); otimização de recursos (MCKONE et al., 1999); aumento da disponibilidade dos equipamentos (GOSAVI, 2006; LJUNGBERG, 1998). Estes resultados não estão limitados a empresas de grande porte. Apesar de terem um menor capital para investir em equipamentos sofisticados e de assegurar uma capacidade adequada nos programas de treinamento e educação, muitas pequenas e médias empresas também se esforçam para implementar a melhoria contínua em seus processos (LAZIM e RAMAYAH, 2010).

Em seu estudo sobre a implementação da TPM nas pequenas e médias empresas, Shicheng (2011), conclui que a TPM é eficaz nas pequenas e médias empresas. Wang e Lee (2001) também confirmam em seu estudo que as pequenas plantas podem implementar TPM com sucesso. Em contraste, Shamsuddin et al. (2004) estudou o grau de manutenção praticado nas pequenas e médias empresas na Malásia e evidenciou que a TPM para muitas empresas ainda não é uma prioridade. Isso demonstra muitas lacunas a serem exploradas no âmbito da TPM.

A TPM esta cada vez mais, sendo considerada uma poderosa metodologia de melhoria continua, destinada a aumentar a competitividade das empresas. Ela possibilita atingir ótimos resultados, melhorando continuamente o sistema de produção para atingir o máximo de eficácia no processo e manter os equipamentos em suas condições ideais. Além do mais, reduz os desperdícios, diminui os custos e aumenta a qualidade dos produtos e serviços, tornando o sistema de produção confiável. Para introduzir a TPM e seus princípios é necessário aplicar um método sistêmico e sequencial. Porém, existem varias abordagens sugeridas por diferentes profissionais e pesquisadores nas diferentes organizações em todo o mundo, que devem ser selecionadas e adaptadas conforme as especificidades de cada organização.



Desta forma, este trabalho contribui para que os pesquisadores e profissionais da área possam compreender de forma objetiva os conceitos, as formas de aplicação, as dificuldades e os benefícios da utilização da metodologia TPM. Por fim, após esta análise bibliográfica sobre a TPM, é fundamental a participação da alta diretoria e gestão para melhorar os resultados das indústrias.

## 8. CONCLUSÕES

Com apoio da alta gestão da empresa conseguimos desenvolver os colaboradores para desenvolver o pilar de manutenção autônoma. A motivação foi fundamental para o desenvolvimento da empresa.

O programa sólido de 5S e fortemente embasado no pilar resultou em uma rápida assimilação dos conceitos em toda a fábrica, garantindo a sustentabilidade a longo prazo da manutenção autônoma, que foi implementada em seguida.

Esse processo foi gradativo por área, assim cada etapa motiva a área que está sendo desenvolvida. Os resultados acima apresentados também são reflexos e motivações para desenvolvimento do programa.

## REFERÊNCIAS

ADAM, E.E., CORBETT, L.M., FLORES, B.E., HARRISON, N.J., LEE, T.S., RHO, B.H., RIBERA, J., SAMSON, D., WESTBROOK, R. An international study of quality improvement approach and firm performance. *International Journal of Operations and Production Management*.17 (9), 842–873. 1997.

ADAN, R.; GEOUGH, F. Implementing total productive maintenance in multi-union manufacturing organizations: overcoming job demarcation. *Total Quality Management*, vol. n. 2, pp. 187 – 197, 2000.

AHUJA, I.P.S.; KHAMBA, J.S. An evaluation of TPM implementation initiatives in an Indian manufacturing enterprise. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 13 Iss: 4, pp.338 – 352, 2007.

AHUJA, I.P.S.; KHAMBA, J.S. Total productive maintenance: literature review and directions, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 25 Iss: 7, pp.709 – 756, 2008.

AHMED, S.; HASSAN, M. H.; TAHA, Z. State of implementation of TPM in SMIs: a survey study in Malaysia. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 10 Iss: 2, pp.93 – 106, 2004.

ARCA, J. G.; PRADO C. P. Personnel participation as a key factor for success in maintenance program implementation: A case study. *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 57 Iss: 3 pp. 247 – 258, 2008.

BEN-DAYA M.; DUFFUAA, S. O, Maintenance and Quality : The Missing Link, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, vol. 1, pp. pp. 20-26, 1995.

BULENT, D.; TUGWELL, P.; GREATBANKS, R. Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement – a practical analysis, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 20 No. 12, pp. 1488-502, 2000.

CARRIJO, J. R. S. Adaptações do Modelo de Referência do Total Productive Maintenance para Empresas Bra-



sileiras. Tese de Doutorado, Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo, 2008.

CHAN, F.T.S.; LAU, H.C.W.; IP, R.W.L.; CHAN, H.K.; KONG, S. Implementation of total productive maintenance: A case study. *Int. J. Production Economics*, vol. 95, 71–94, 2005. CHAND G.; SHIRVANI, B. Implementation of TPM in cellular manufacture. *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 103, N. 1, , pp. 149-154, 2000.

CO, H.C., PATUWO, B.E., HU, M.Y. The human factor in advanced manufacturing technology adoption, an empirical analysis. *International Journal of Operations and Production Management*. 18 (1), 87–106, 1998.

COOKE, F. L. Implementing TPM in plant maintenance: some organizational barriers. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 17 Iss: 9, pp.1003 – 1016, 2000.

CUA, K. O.; MCKONE, K. E.; SCHROEDER, R. G. Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance, *Journal of Operations Management*, vol: 19, pp.: 675–694, 2001.

DAL, B., TUGWELL, P., GREATBANKS, R. Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement, a practical analysis. *International Journal of Operations and Production Management* 20 (12), 1488–1502, 2000. DAVIS, R. Making TPM a part of factory life, *TPM Experience* (Project EU 1190, sponsored by the DTI), Findlay, Dartford. 1997.

ETI, M.C.; OGAJI, S.O.T.; PROBERT, S.D. Implementing total productive maintenance in Nigerian manufacturing industries. *Applied Energy*, Vol.: 79, pp.: 385–401, 2004. FREDENDALL, L.D., PATTERSON, J.W., KENNEDY, W.J. G. Maintenance modeling, its strategic impact, *Journal of Managerial Issues*, Vol. 9 No. 4, pp. 440-53. 1997.

GOSAVI, A. A risk-sensitive approach to total productive maintenance. *Automatica*, Vol. 42, pp.1321 – 1330, 2006.

HATAKEYAMA, K.; RODRIGUES, M. Analysis of the fall of TPM in companies. *Journal of Materials Processing Technology*. Vol. 179, Iss: 1–3, Pg. 276–279, 2006.

IRELAND, F.; DALE, B.G. A study of total productive maintenance implementation, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 7 No. 3, pp. 183-91, 2001.

JIPM. Japan Institute of Plant Maintenance. Critérios do Prêmio de Excelência em TPM. Tokyo: JIPM, 2002.

JEONG, K-Y. AND PHILLIPS, D.T. Operational efficiency and effectiveness measurement, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21 No. 11, pp. 1404-16, 2001.

KEDAR, A.P.; LAKHE, R.R.; WASHIMKAR, V.S.; WAKHARE, M.V. A comparative review TQM, TPM and related organizational performance improvement program. *First International Conference on Emerging in Engineering and Technology*. IEEE.,725-730. 2008. KONECNY, P. A.; THUN, J. H. Do it separately or simultaneously—An empirical analysis of acorn joint implementation of TQ Mand TPM on plant performance. *Int. J. Production Economics*, vol: 133, pp.: 496–507, 2011.

LABIB, A.W. A framework for benchmarking appropriate productive maintenance. *Management Decision*, Vol. 37, No. 10, pp. 792799, 1999.

LAWRENCE, J. J.; Use mathematical modeling to give your TPM implementation effort an extra boost. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 5, Iss: 1, pp. 62 – 69, 1999. LAZIM, H.M.; RAMAYAH, T. Maintenance strategy in Malaysian manufacturing companies: a total productive maintenance (TPM) approach. *Business Strategy Series*, Vol. 11 Iss: 6, pp.387 – 396, 2010.

LJUNGBERG, O. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 18, Iss: 5, pp.495 – 507, 1998.

MCKONE, K.E.; SCHROEDER, R.G.; CUA, K.O. Total Productive Maintenance: a contextual view. *Journal of Operations Management*, 17 (2), 123–144, 1999.

MOORE, R. Combining TPM and reliability-focused maintenance, *Plant Engineering*, Vol. 51 No. 6, pp. 88-90, 1997.

NAKAJIMA, Seiichi. Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1988.



- NOON, M., JENKINS, S. AND LUCIO, M.M. FADS, techniques and control: the competing agendas of TPM and Tecax at the Royal Mail (UK). *Journal of Management Studies*, Vol. 37 No. 4, pp. 499-519. 2000.
- PARK, K. S.; HAN, S. W. TPM—Total Productive Maintenance: Impact on competitiveness and a framework for successful implementation. *Hum. Factors Man.*, vol: 11, pp.: 321–338, 2001.
- PATRA, N. K.; TRIPATHY, J. K.; CHOUDHARY, B. K. Implementing the office total productive maintenance (“office TPM”) program: a library case study. *Library Review*, Vol. 54 Iss: 7, pp.415 – 424, 2005.
- SANGAMESHWARAN, P., JAGANNATHAN, R. Eight pillars of TPM, *Indian Management*, Vol.11 pp36-7. 2002.
- SETH, D.; TRIPATHI, D. Relationship between TQM and TPM implementation factors and business performance of manufacturing industry in Indian context. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 22 Iss: 3, pp.256 – 277, 2005.
- SAMUEL, H.H.; JOHN, P.D.; SHI, J. AND QI, S. (2002), Manufacturing system modeling for productivity improvement. *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 21 No. 4, pp. 249-60, 2002.
- SHAMSUDDIN, A.; HASSAN, M.H.; TAHA Z. TPM can go beyond maintenance: excerpt from a case implementation, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 11 No. 1, pp. 19-42, 2005.
- SHAMSUDDIN, A. HASSAN, M. H. AND TAHA, Z., State of Implementation of TPM in SMIs: A survey study in Malaysia, *Journal of quality in Maintenance Engineering*, vol. 10, pp. 93-106, 2004.
- SHARMA, R. K.; KUMAR, D.; KUMAR, P. Manufacturing excellence through TPM implementation: a practical analysis. *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 106, Iss: 2, pp.256 – 280, 2006.
- SHICHENG, D.; YUNQI G. ; GUIWEN, Y. Study on application of TPM in small and medium-sized enterprises, *Management Science and Industrial Engineering (MSIE)*, International Conference. pp. 678 – 681, 2011.
- SUZUKI, T. TPM in process industries. Portland: Productivity Press Inc. 1994.
- THUN, J. Maintaining preventive maintenance and maintenance prevention: analyzing the dynamic implications of Total Productive Maintenance; *System Dynamics Review* 22 2 163-179; 2006.
- TSAROUHAS, P. Implementation of total productive maintenance in food industry: a case study, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 13 Iss: 1, pp.5 – 18, 2007. WANG, F.K; LEE, W. Learning curve analysis in total productive maintenance. *Omega*, Vol. 29 Iss: 6 pp. 491- 499, 2001.
- WILLMOTT, Peter. *The TQM Magazine - Total Quality with Teeth*. MCB University Press, 1994.
- WAEYENBERGH, G.; PINTELON, L.. A framework for maintenance concept development. *International Journal of Production Economics*, 77 (3), 299–313, 2002.



**APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS  
DA QUALIDADE NO PROCESSO  
PRODUTIVO DO SETOR DE  
LOGÍSTICA DA EMPRESA ROFE  
DISTRIBUIDORA**

APPLICATION OF QUALITY TOOLS IN THE PRODUCTION PROCESS OF  
THE LOGISTICS INDUSTRY OF THE COMPANY ROFE DISTRIBUTOR

**Gleidson Abreu De Jesus**  
**Marcos Diego Souza Santos**  
**Wellington da Silva Santos**

## Resumo

Este trabalho tem por objetivo mostrar a aplicação das ferramentas da qualidade como melhoria e base na usabilidade, de forma padrão e organizada no processo produtivo dentro dos setores ambientais internos de uma rede distribuidora de mercadorias de construção (Rofe Distribuidora), que escolheu este sistema como uma forma de acarretar auxílio da qualidade na melhoria contínua das operações, onde se aplica técnicas e métodos, informados através de dados verificados e acompanhados pela análise de estatística em pontos deficientes, que precisam ser melhorados, por inventários das atividades de estoque e armazenagem. Diante dessa tomada de decisão, foi mensurado o uso de três ferramentas da qualidade na empresa como garantia de resultados para soluções de problemas encontrados. Essas ferramentas usadas como estratégias são representadas por: 5W2H, Diagrama de Ishikawa e o fluxograma, sendo estas três usadas como aplicação de melhoria contínua para o processo andar dentro e fora da empresa, sem danos ou problemas que possam dar prejuízos para o cliente antes ou depois de ser transportado os seus produtos.

**Palavras-chaves:** ferramentas; qualidade; 5W2H; Diagrama de Ishikawa; fluxograma.

## Abstract

This work has to object to show the application of quality tools as improved and based on usability in a standard and organized in the production process within the internal environmental sectors of a distribution network of construction goods (Distribution Rofe), who choose this system as a way to achieve quality assistance in the continuous improvement of the operations, where it applies techniques and methods, informed through data verified and accompanied by statistical analysis in points that must be improved by inventory of stock and storage activities. Before that decision making, the use of three quality tools in the company was measured as a warranty of results for solutions of problems found. These tools used as strategies are represented by: 5W2H, Ishikawa Diagram and the flowchart, there are three third uses as application for continuous improvement to the process walking inside and outside the company, without damage or problems which may cause the customer before or after your products are transported.

**Keywords:** tools; quality; 5W2H; Ishikawa Diagram; flowchart.



## 1. INTRODUÇÃO

Em meio ao fator das necessidades políticas e ações incrementadas neste grande cenário competitivo das redes empresariais, podem-se mostrar os insumos a favor das ferramentas da qualidade, através da sua usabilidade e aplicabilidade, onde estão se mantendo em várias situações que se tem como escala de controle assegurado para solucionar problemas ou falhas, seja no ramo logístico ou, ainda, no setor de construção e polo industrial.

Em consideração disto, a importância para integração destas ferramentas em várias áreas da indústria e do mercado produtivo, podemos relatar que as empresas já se certificam de que a satisfação do cliente tem que ser sempre em primeiro lugar. Pensando nesta ideia, a qualidade se tem como princípio de muitas empresas chegarem ao sucesso, quando se tem o autodomínio no mercado de produto ou serviço. Seguindo um padrão de uso contínuo e útil, para fazer etapas construtivas girarem no ciclo, sendo este um meio de se adaptar a estratégias que vão identificar problemas e agir de forma eficiente como melhorias constantes dentro de uma organização (ANDRADE, 2012).

Andrade (2012) afirma que a qualidade jamais deve ser separada das ferramentas básicas usadas no controle, melhorias e planejamento da qualidade para chegar na verdadeira meta: que é a linha de chegada (reta final), logo que estas servirão de entrada para dados mensurados à análise de estatística, onde vão servir para interpretar a razão das falhas encontradas e determinarão soluções para eliminar e impedir que mais problemas apareçam na empresa.

Em visita à empresa ROFE distribuidora, verificou-se a necessidade da aplicação de ferramentas da qualidade nos setores de produção e armazenagem, estas sendo utilizadas simultaneamente para melhoria de processos produtivos e vislumbrando assim, a escalabilidade em termos econômicos.

A logística tem como finalidade básica, o gerenciamento do produto advindo de um determinado fornecedor, sua entrada e conseqüentemente, seu respectivo fluxo interno até sua saída da empresa em direção ao próximo consumidor. (ARA-GÃO *et al.*, 2016).

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

As ferramentas da qualidade oferecem diversas alternativas para análise e controle de estoques, viabilizando uma melhor forma na procura e resolução de problemas nos processos de armazenagem e distribuição, estas auxiliam no planejamento estratégico oferecendo assim ao gerente visões sobre ações futuras a



serem tomadas para o melhoramento dos processos (ROSARIO, 2016). A seguir, serão detalhadas as principais ferramentas da qualidade nos quais serão utilizadas no decorrer da aplicação deste trabalho.

## 2.1 5W2H

Segundo Magalhães (2016), o 5W2H é uma ferramenta composta por um formulário que se tem por finalidade, facilitar a rede de distribuição das tarefas numa determinada empresa, controlando ações desenvolvidas através de operações, local, motivos, tempo e custos necessários para criar uma ação elaborada em projeto a cada tipo determinado de forma paralela, segundo a sua necessidade, portanto essa ferramenta é usada como uma técnica que também ajuda no desempenho de um plano de ação generalizado a medidas sequenciais em uma tabela preposta aos seguintes questionamentos que se dizem respeito a tomada de ações conforme segue: *What* (O que); *Who* (Quem); *When* (Quando); *Where* (Onde); *Why* (Por que); *How* (Como) e; *How much* (Quanto custa).

## 2.2 Diagrama de Ishikawa (Espinha de Peixe)

Para resolução de problemas no processo produtivo, umas das melhores formas de centralizar os esforços é a ferramenta de Ishikawa que tem como objetivo elencar todas as possíveis causas de um problema recorrente na organização (PORTEL, 2016, p.9). Também conhecido como 6Ms, esta ferramenta possibilita mensurar fatores levantados através de suas características generalizadas aos seus efeitos, que por sua vez se representa categoricamente pelos: método, mão de obra, matéria-prima, máquinas, mensuração e meio ambiente (SASDELLI, 2012).

## 2.3 Fluxograma

O fluxograma para uma determinada empresa, demonstra o passo a passo de determinado processo e fornece subsídios para relacionar os elementos que compõem um sistema de maneira fácil, eficiente e eficaz que ajuda à auxiliar no sequenciamento das operações, interpretação e análise de forma categórica as atividades que compõem a logística (AZEVEDO, 2016).



## 3. METODOLOGIA

### 3.1 Tipo de Pesquisa

A pesquisa teve uma abordagem quali-quantitativa, com meios de revisão bibliográfica, obteve uma análise descritiva e explorativa com coletas de dados em campo e método dedutivo, para obtenção de determinadas premissas.

### 3.2 Área de Estudo

A empresa ROFE está no mercado há 30 anos no ramo de logística, fundada por Roque Alves de Oliveira e Rosana Fernandes. A organização tem como missão distribuir produtos com garantia e agilidade, fazendo com que o cliente perceba como uma extensão de seu negócio. A mesma está há três anos entre as 20 maiores do ramo atacadista do Brasil ocupando hoje a 11ª posição e a 1ª do Maranhão.

O Mix que a empresa trabalha, são de aproximadamente 10.000 itens que se dividem em: hidráulica; elétrico; ferragens; tintas; EPI's, pesca; automotivo etc. E entre esses, se incluem os produtos próprios da empresa, que são fabricados no exterior e importados com a marca da empresa.

### 3.3 Processos Metodológicos

A referida pesquisa foi realizada em visita à empresa ROFE Distribuidora, tendo como abordagem o acompanhamento do processo logístico da mesma. Deu-se em entrevista com o supervisor da área que por sua vez, explanou todo o fluxo de entrada, armazenagem e distribuição dos produtos bem como, as problemáticas envolvidas no decorrer de todo *layout*, sendo possível caracterizar as melhorias que ocorreram com aplicação de determinadas ferramentas da qualidade.

Na formulação do trabalho, deu-se a primeira roda de discussão para analisar o que foi visto e assimilado, todos os questionamentos foram direcionados afim de obter-se o maior esclarecimento possível de quais ferramentas, e como deu-se o processo de implantação e seus respectivos resultados, onde nessa etapa, as informações foram confrontadas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Iniciada a pesquisa de campo, procurou-se entender como todos os processos aconteciam e quais seriam possivelmente os problemas recorrentes. É fato afirmar que para obter a melhor forma organizacional possível, os itens dispostos pela organização tem que ficar em locais estratégicos.

Isso implica afirmar que a classificação qualitativa em relação ao grau de importância do produto desde os que mais vendem aos que tem o menor índice de venda, no caso, a ROFE trabalha com o processo que segue da seguinte forma:

1. PULMÃO: é definido como a parte superior das prateleiras. Todos os produtos com menor saída ou que estão na fase inicial do sistema PEPS ou FIFO (*firstin firstout*), ou seja, produtos que deram entrada a pouco tempo. Nesse espaço, os produtos são agrupados seguindo os critérios acima citados.
2. PIQUE: Refere-se a parte inferior das prateleiras, o produto é solicitado nessa área, quando há necessidade de repor o estoque que está na linha de saída, então entende-se como pique a área do estoque que armazena os produtos que tem maior viabilidade de vendas e estão no ponto de saída para venda.

Em foco desse estudo das ferramentas da qualidade usadas para resolver problemas e na melhoria de processos na empresa, e os resultados que foram possíveis de se atingir, o fluxograma representado na figura 1 mostra de forma simplificada, como a empresa funciona desde a compra dos produtos até a entrega ao cliente final.

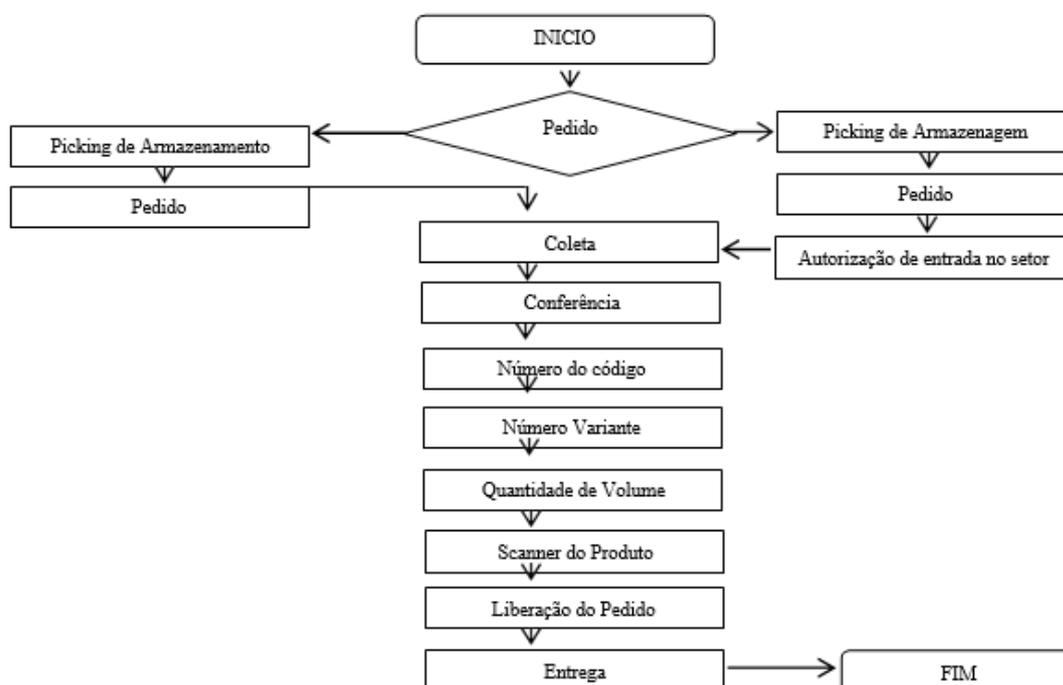


FIGURA 1 – Fluxograma do processo em estudo.  
Fonte: Os autores (2019).

Desde a entrada do produto até a sua saída foi possível analisar como as ferramentas da qualidade tem um papel essencial em todas as fases. Inicialmente, um dos primeiros problemas discutidos pelo grupo e o supervisor da área de logística, foi a problemática no recebimento de mercadorias, que acontecia de forma recorrente o acúmulo de caminhões no pátio de carga e descarga, constatando-se que esse tempo que os caminhões ficavam parados gerava um custo desnecessário para a organização.

Com intuito de resolver o problema focou-se na melhor forma possível de resolução que demandasse o menor investimento possível, e que tivesse o melhor custo- benefício, no caso o diagrama de Ishikawa foi uma ferramenta fundamental na solução desse problema. A escolha desta ferramenta foi proposital, pois, com o diagrama de Ishikawa é possível garantir a resolução de problemas sem que haja grandes investimentos, como demonstra a figura 2.

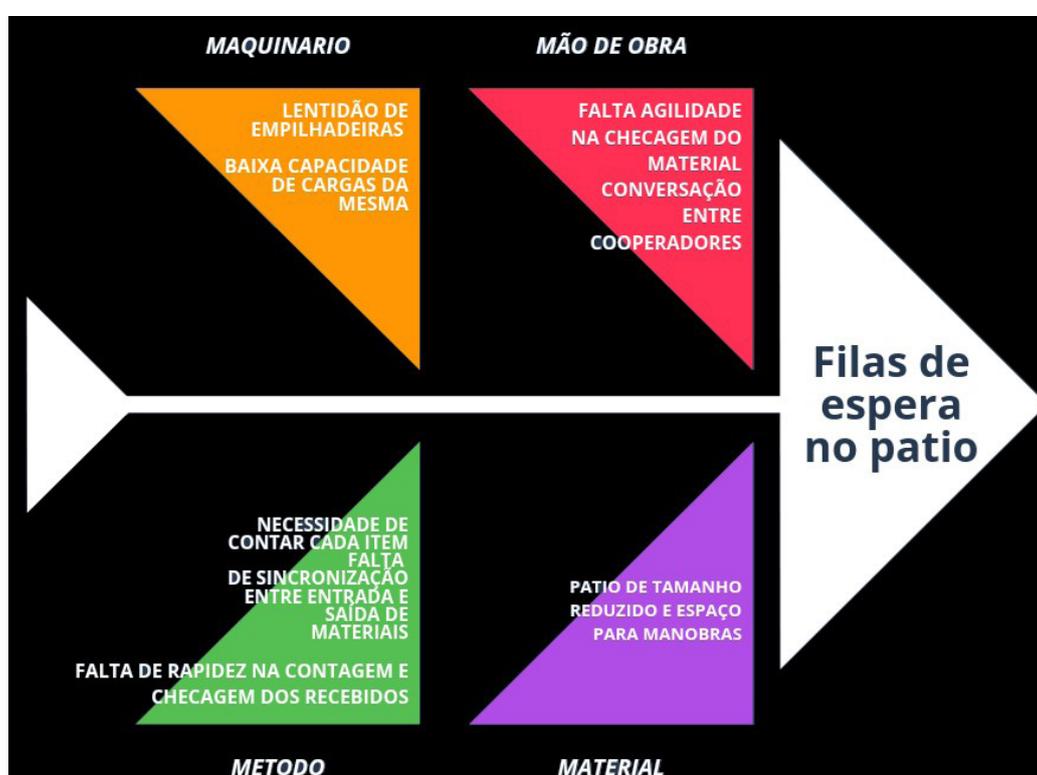


FIGURA 2 – Diagrama de Ishikawa.  
Fonte: Os autores (2019).

Hoje a ROFE trabalha com recebimento por hora pré-determinada, isso evita que o acúmulo de cargas no pátio aconteça. Esta foi uma medida que gerou uma maior organização na descarga dos produtos e principalmente foi uma medida que agregou valor (eliminação de tempo ocioso que os caminhões ficavam parados), sem quaisquer investimentos. Concomitante a isso, o tempo na contagem foi alterado, o contador não precisa mais terminar toda a contagem de um lote para que esse seja mandado para o estoque, todo produto já contado e identificado é imediatamente mandado para linha de venda.

É importante frisar que tal melhoria foi possível através da detecção da problemática causadora das não conformidades, no caso o diagrama de Ishikawa foi uma

ferramenta fundamental na solução desse problema.

Diante da demanda deste grande mercado global e competitivo, a ROFE sentiu um desequilíbrio perante a tamanha dificuldade que teve no seu começo, ao colocar-se a frente de grandes desafios, vendo que precisava de soluções para chegar ao *ranking*, que ela estar hoje entre as 20 maiores no ramo de distribuidores e atacadistas de materiais de construção no Brasil.

Foi evidenciada com eficácia à utilização do princípio de 5W2H no que diz respeito a sua aplicação como um planejamento da logística explanado no método funcional proposto a um plano de ação. O acesso a tais dados proporciona à distribuidora uma visão holística e privilegiada da relevância de cada um de seus itens, permitindo a ela adotar táticas que priorizam maior vazão e menor *lead time* dos produtos de maior representatividade. Assim os produtos com maior demanda poderão ser alocados em locais de melhor acesso dentro do centro de distribuição (CD), tendo em vista que as movimentações com esses produtos são de maior intensidade, pois são produtos que tem baixa permanência na empresa.

Outro caso que foi possível ser solucionado com a usabilidade do método 5W2H, foram as perdas frequentes de pedidos que tinham pela deficiência no tempo de entrega, que tornava uma causa problemática à empresa. Sabe-se que as empresas compram dos centros de distribuição pelo tempo de entrega ser menor, do contrário os CDs não teriam como competir com os fabricantes que sempre teriam preços melhores.

Nesse caso, o envio das cargas acontecia de forma linear, ou seja, o processo de entrega acontecia em série. A rota era traçada da melhor forma possível, mas os atrasos eram inevitáveis, cada entrega era feita uma de cada vez, sendo o 5W2H representado conforme demonstra o quadro 1.

QUADRO 1 – Plano de ação 5W2H. Fonte: Os autores (2019).

Plano de Ação 5W2H								
O que	Como	Quem	Quando	Onde	Por que	Quanto	% Comp	Situação Atual
Implementação do Sistema Pick in voz	Apresentação para os Cooperadores	Treinamento de pessoal especializado na Tecnologia	a 3 meses	Sistema de Movimentação de Cargas	Com objetivo de minuir os erros	R\$ 850.000,00	40%	Em Implementação
				Formação de pedidos.	aumentar a velocidade dos lead times			

Adotou-se uma medida estratégica que melhorou o tempo de entrega e foi preponderante para abrir mercado para a empresa. Através do *crossdocking* e transbordo, as entregas poderão ser feitas em paralelo. Centros de redistribuição foram montados a fim de receber cargas com grandes números de lotes e volumes, e repassá-los de forma instantânea a outros caminhões, desta forma as entregas não precisam percorrer grande distância para chegar ao cliente, as entregas ocorrem concomitantemente entre si.

Vale ressaltar que nos centros de redistribuição não é aceitável o armazenamento de quaisquer cargas nos pátios, mesmo sendo devolução ou estando com avarias durante recebimento, esse centro de distribuição da ROFE utiliza dois métodos para evitar grandes filas ou um excesso de cargas e estoque, evitando um congestionamento maior de sobrecargas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No cômputo geral, pôde-se destacar as tolerâncias usadas como métodos através de ferramentas da qualidade, sendo estas aplicadas para melhorias e ações gradativas dos dados e situações levantadas no ato da distribuição dos produtos em seu processo de operação, internamente e fora, durante o transporte modal rodoviário, e pelas necessidades que a empresa ROFE vem atendendo desde sua história no Maranhão, seguindo este ponto de vista uma visão de mercado para distribuir um bom produto sem danos ou defeitos para não gerar prejuízos a seus clientes.

Vale ressaltar que os problemas que houveram e foram levantados neste conceitual artigo, foram submetidos a soluções prepostas pelas ações de metodologia da empresa para conserto de gargalo, onde implantaram o sistema de técnicas metodológicas eficazes para determinar uma ação para solucionar a causa raiz de problemas atuais e futuros.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. *Ferramentas da qualidade*. Funchal: Portugal, UMA – Universidade da Madeira, 2012. Disponível em: <[http://www.mccpconsultoria.com.br/wp-content/uploads/arquivos/downloads/11-Ferramentas\\_da\\_Qualidade.pdf](http://www.mccpconsultoria.com.br/wp-content/uploads/arquivos/downloads/11-Ferramentas_da_Qualidade.pdf)>. Acesso em 24 mai. 2019.

ARAGÃO, A. M. S.; SANTOS, D. S.; SANTOS, M. de O. MONTEIRO, L. F. *Aplicação da curva abc em uma empresa do setor atacadista no Estado de Sergipe*. João Pessoa, PB: UFS, 2016. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_226\\_319\\_28823.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_319_28823.pdf)>. Acesso em: 12 mai. 2019.

AZEVEDO I. C. G. de. *Fluxograma como ferramenta de mapeamento de processo no controle de qualidade de uma indústria de confecção*. Rio de Janeiro, RJ. LATEC/UFF, 2016. Disponível em: <[http://www.inovar-se.org/sites/default/files/T16\\_M\\_024.pdf](http://www.inovar-se.org/sites/default/files/T16_M_024.pdf)>. Acesso em: 28 mai. 2019.



MAGALHÃES, L. F. *Estudo e melhoria de processo no fluxo de produtos para a prevenção de perdas em uma empresa do setor varejista*. UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, Minas Gerais, 2016. Disponível em: < [https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/832/1/MONOGRFIA\\_EstudoMelhoriaProcesso.pdf](https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/832/1/MONOGRFIA_EstudoMelhoriaProcesso.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2019.

PORTEL, R. LIMA, L. E. A. *Os benefícios da utilização das ferramentas da qualidade na empresa Elog Logística*. Santana do Livramento/RS, 2016. Disponível em: < <http://dspace.unipampa.edu.br:8080/bitstream/riu/1860/1/Rodrigo%20da%20Silva%20Portel%202016.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

ROSARIO, A. D. do. *Aplicação prática das sete ferramentas da qualidade*. Centro Universitário do Sul de Minas, MG. Minas Gerais, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/TEMP.PEDAGOGICO.032/Downloads/63-Artigo-213-1-10-20190215.pdf>. Acesso em 02 jun. 2019

SASDELLI, M. C. B. *Utilização de ferramentas da qualidade para a geração de inovação em processo: um case de análise de perda em uma indústria de embalagens cartonadas*. Ponta Grossa: PR. UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Parana, PR. 2012. Disponível em: <[http://www.repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1392/1/PG\\_CEGI-CI\\_VII\\_2012\\_16.pdf](http://www.repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1392/1/PG_CEGI-CI_VII_2012_16.pdf)> Acesso em: 03 jun. 2019.



**MÉTODO DE ESTRUTURAÇÃO  
DE PROBLEMAS NO PROCESSO  
LOGÍSTICO ATRAVÉS SOFT SYSTEMS  
METHODOLOGY**

TROUBLESHOOTING METHOD IN THE LOGISTICS PROCESS THROUGH  
SOFT SYSTEMS METHODOLOGY

**Kamila Carvalho Santos**

**Juliana de Sousa Barroso**

**Luís Augusto Jordão Lopes Filho**

**Eduardo Mendonça Pinheiro**

## Resumo

O artigo através da aplicação da metodologia Soft Systems tem por objetivo organizar problemas reais no processo logístico em uma empresa comercialista de produtos em aço na cidade de São Luís-MA. O SSM sendo uma metodologia pouco aplicada no contexto nacional, mostrou-se uma ferramenta importante para o sugerir soluções positivas de acordo com os problemas identificados. Durante o estudo, foi possível através do fluxograma do processo e a participação do setor de expedição e comercial, os atores presentes no artigo o reconhecimento do problema central de acordo com a atuação em suas atividades. Desse modo, a prática da metodologia, contribuiu para o desenvolvimento de novas práticas, capazes de otimizar o processo logístico por meio da visão sistêmica.

**Palavras-chave:** Soft Systems Methodology; Processo Logístico; Fluxograma.

## Abstract

The article through the application of the Soft Systems methodology aims to organize real problems in the logistics process in a steel products trading company in São Luís-MA. The SSM being a methodology little applied in the national context, proved to be an important tool to suggest positive solutions according to the identified problems. During the study, it was possible through the process flowchart and the participation of the shipping and commercial sector, the actors present in the article the recognition of the central problem according to the performance in their activities. Thus, the methodology practice contributed to the development of new practices, capable of optimizing the logistic process through the systemic view.

**Keywords:** Soft Systems Methodology; Logistic Process; Flow Chart



## 1. INTRODUÇÃO

Com o mercado cada vez mais dinâmico, faz com que as empresas busquem melhorias na qualidade e eficiência dos seus processos produtivos, mostrando que o processo logístico é a ferramenta ideal para se tornarem competitivas.

A logística consiste em administrar estrategicamente o fluxo de produção, desde o fornecimento e aquisição à armazenagem e transporte do produto ao cliente final e os fluxos de informações, visando maximizar a satisfação do cliente, melhorar a qualidade do tempo de entrega, organização de estoque, evitando desperdícios e reduzindo os custos (SILVA; TEODORO, 2017).

O processo logístico alocado de forma correta gera melhorias contínuas na organização. Segundo Barcelos (2017) sentiu-se necessário conciliar o fluxo físico com as informações para explicar a aplicação de recursos e melhorar o comportamento do sistema empresarial, isto é, coordenar o físico com as informações oferece uma redução de custos, estando esta coordenação de acordo com o gerenciamento dos processos da empresa e negócios.

O *Soft Systems Methodology* é uma metodologia que consiste na identificação e estruturação do problema, com o objetivo de comparar o mundo real e o mundo sistêmico de forma sucinta para um alcance de soluções viáveis para obter um sistema desejável (PEREIRA et al., 2015). O SSM, mesmo sendo pouco empregada no Brasil, mostra-se uma ferramenta de muita utilidade, buscando um novo campo de visão para geração de soluções de problemas, visando uma melhor qualidade e excelência dos processos (SOARES et al., 2018).

Desta forma, o artigo tem como objetivo aplicar a metodologia do SSM numa empresa de comercialização de produtos metálicos localizada em São Luís com fins de identificar os problemas no processo de distribuição de mercadorias para o desenvolvimento de propostas de melhorias com fins de atender a demanda de clientes.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Processos logísticos

O processo logístico, ou a logística de fato, são todas as ações executadas em processos de uma empresa, visando um melhor controle e planejamento das atividades no processo de criação de um produto. Segundo Novaes (2014), logística é a

ciência que tenta resolver problemas de suprimentos de insumos ao setor produtivo, de distribuição de produtos acabados ou semiacabados entre outros problemas logísticos gerais como localizações estratégicas. Ela tenta englobar tanto restrições espaciais quanto temporais. A logística tem como um de seus objetivos disponibilizar o produto ao consumidor, no local e momento em que ele precisa (BOWERSOX et al., 2014). Dentro da logística existem algumas formas de distribuição, como distribuição direta e distribuição escalonada.

Segundo Wanke (2007), a distribuição direta é quando existe um estoque de produto centralizado. Todos os produtos daquele tipo estão situados na mesma região ou local. No entanto, a distribuição escalonada é quando existem estoques descentralizados de um mesmo produto. Dessa forma, a obtenção de um mesmo produto pode ser originada de mais de um local, o que gera a possibilidade de rotas mais otimizadas para o transporte interno de mercadorias.

## 2.2 Soft Systems Methodology

O *Soft Systems Methodology* foi criado por Peter Checkland por volta dos anos 60, na universidade de Lancaster no Reino Unido (RINGER, 2014). Constitui-se de resoluções de problemas reais com aplicações de técnicas (COSTA, 2003). Primeiramente, visualizada apenas como uma ferramenta de modelagem, mas anos após passou a ser visualizada como uma ferramenta de significado e desenvolvimento aprendizagem (BELLINI; RECH; BORENSTEIN, 2004). O SSM faz uso das regras e princípios de sistema, possibilitando organizar o seu pensamento sobre “mundo real”, seus padrões podem acarretar elementos de ambos modelos tanto descritivos ou normativos (PINHEIRO et al., 2018).

O *Soft Systems Methodology* faz uma forte separação entre a situação problemática do mundo real e o mundo conceitual do pensamento sistêmico (FOUNTAS et al., 2015). Diversas criações particulares são colocadas no mundo conceitual e, assim, comparada com o mundo real complexo, e desta forma aumentar o aprendizado para a mudança.

Segundo Checkland e Scholes (1999) o SSM se fundamenta na sua aplicabilidade em uma extensa comunicação entre facilitadores e pessoas envolvidas nos estudos das problemáticas, pois está a buscar o aprendizado, a adequação de múltiplas preferencias e visão. Na prática a SSM foi planejada para elaborar, auxiliar e solucionar situações chamados de *soft*, questões complexas e frequentemente com várias partes humanas (PINHEIRO; SANTOS; REIS, 2016), apresentando desta forma diferentes perspectivas da mesma problemáticas, com diversos *Weltanschauungen* (visões de mundo) dos diferentes *stakeholders* incluídos no sistema (VENTURI et al., 2005).

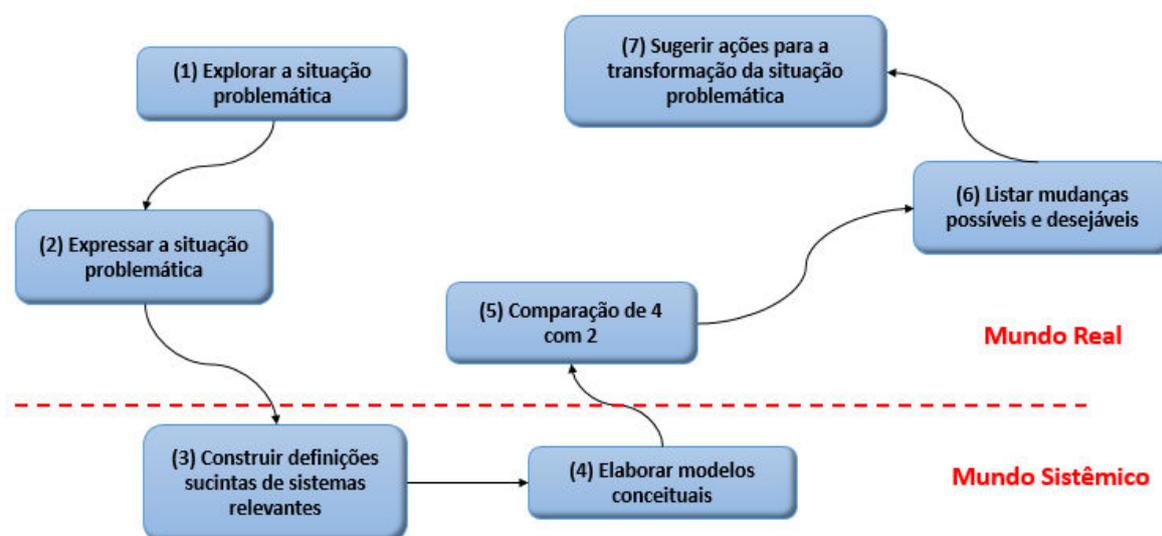
A metodologia de *soft systems* é constituída de 7 estágios (CHECKLAND, 1985),



destacando suas características a aprendizagem e modificação de hipóteses:

Estágio 1 e 2: inclui a análise da situação problema , trazendo sua expressão da realidade observada, com cuidado para não colocar padrões pré-estabelecidos, começar da identificação da problemática que é feita uma *Rich Picture* , como forma de expressar a situação real. (2) Estágio 3: produzir definições por uma abordagem sistêmica que abranja todo meio como clientes, atores, mudança desejada, papéis desempenhados e suas hierarquias, também conhecida como definição raiz. (3) Estágio 4: elaboração de modelos conceituais para alcançar as mudanças descritas no estágio anterior. (4) Estágio 5: afasta-se do pensamento sistêmico para fazer uma comparação entre o estágio 2 (mundo real) com o estágio 4 (mundo sistêmico), e assim relacionar as reais mudanças que se mostraram estabelecidas. (5) Estágio 6 e 7: constitui-se na criação de sugestões e recomendações de mudanças, obedecendo os critérios de "desejáveis" e "possíveis" e sua execução para melhorar a situação problema. Todo método deve ser interativo e deve estimular a discussão e o debate (WANG; LIU; MINGERS, 2015), seus passos são representados na figura 1.

Figura 1 - Modelo de sete estágios do SSM



Fonte: Adaptado de Checkland (1981)

## 2.3 Fluxograma

Fluxograma é uma ferramenta de análise de processos, que por meio de símbolos anteriormente estabelecidos facilitando a análise de um sistema. A ferramenta fluxograma é caracterizada de forma simples e gráfica, possibilitando desta forma observa e reconhecer problemáticas no processo e assim aprimorar e alterar processos (CRUZ; MENDES, 2018). Muito empregado para se mostrar um processo de forma compacta, mediante alguns símbolos padronizados, no decorrer de uma série de ações (BARNES, 1977).

### 3. METODOLOGIA

Este trabalho apresenta um propósito descritivo através de um estudo de caso aplicado em uma empresa de comercialização de produtos de aço, localizada em São Luís- MA, e aplicando a metodologia do SSM para a estruturação de uma problemática relacionada ao feedback negativo em relação aos clientes. O estudo tem uma abordagem qualitativa realizada no período de março a maio de 2019.

Através de um prévio diagnóstico foi possível observar que a empresa tinha uma falha na distribuição de mercadorias para os pontos de vendas, o que acarretava em um elevado custo. Outra realidade observada é que a empresa investiu na centralização da sua comercialização em uma loja central, que apesar de trazer um retorno positivo em relação a distribuição das mercadorias, em contrapartida gerou-se uma crescente insatisfação dos seus clientes mediante a demora do prazo de entrega.

Por meio desta problemática, iniciou-se o estudo com a coleta de dados da análise do processo, por meio de um fluxograma, ajudando na identificação da problemática através de sua modelagem e análise. Após essa fase foi feita um *brainstorming* com a equipe de logística da empresa para levantar as causas para estruturação do problema através dos sete passos da SSM.

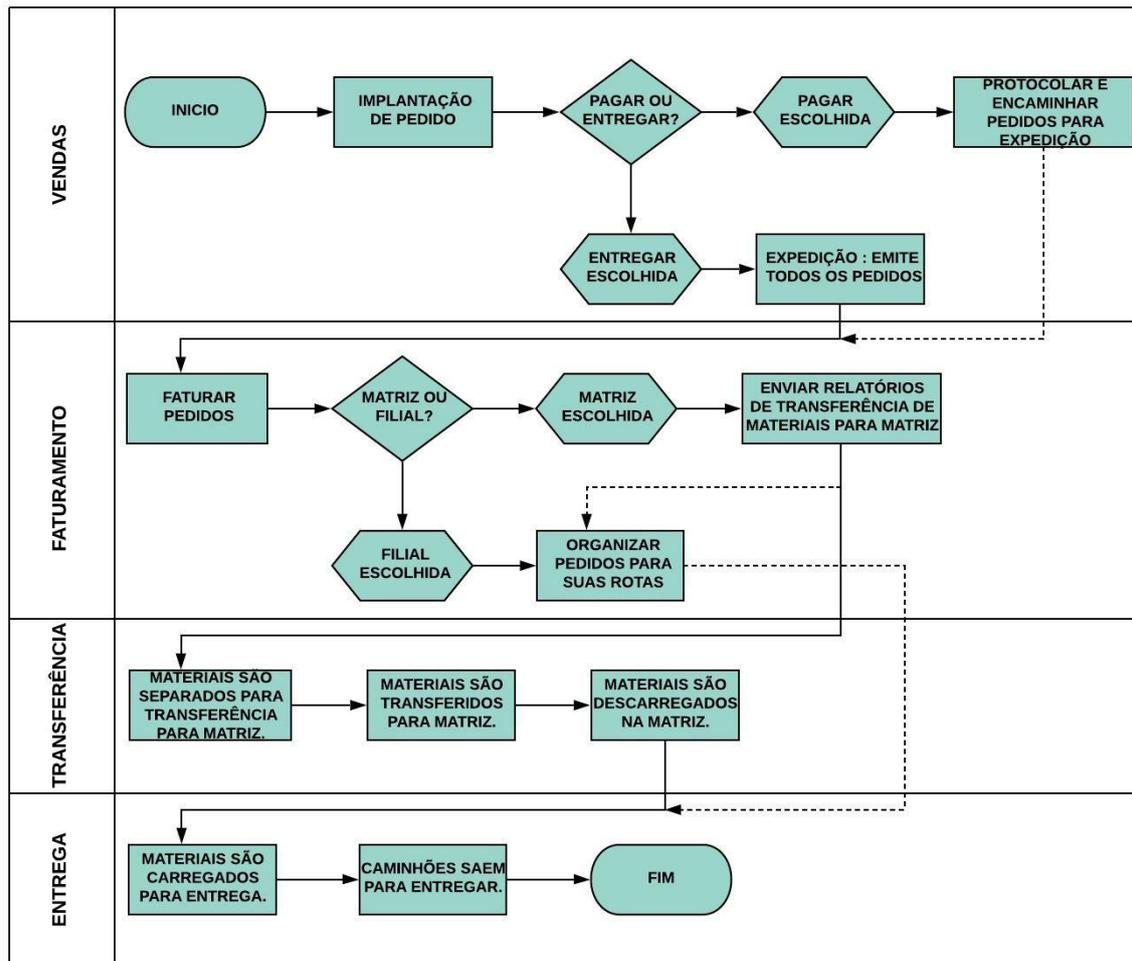
### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1 Construção do fluxograma do processo de distribuição

Atualmente o processo de distribuição funciona centralizado em uma das lojas, a matriz. Todos os pedidos são encaminhados para seus clientes por essa unidade, sendo realizados na mesma e também, pelas filiais. E por esse tipo de processo que foi observado a problemática, pois apesar de todos os produtos serem enviados da matriz existe um deslocamento para recolhimento de notas e materiais nas filiais, o que acarreta em um prazo maior para entregas. Além de impossibilitar a atualização do estoque virtual e físico, conforme observado na Figura 2.



Figura 2 – Fluxograma do processo logístico



Fonte: Autores (2019)

Nascimento (2017) recomenda o uso de fluxograma para mapeamento de processos de logísticos para auxiliar os gestores nas tomadas de decisões evitando operações ociosas, retrabalhos e erros de processo nos pedidos de uma empresa supermercadista.

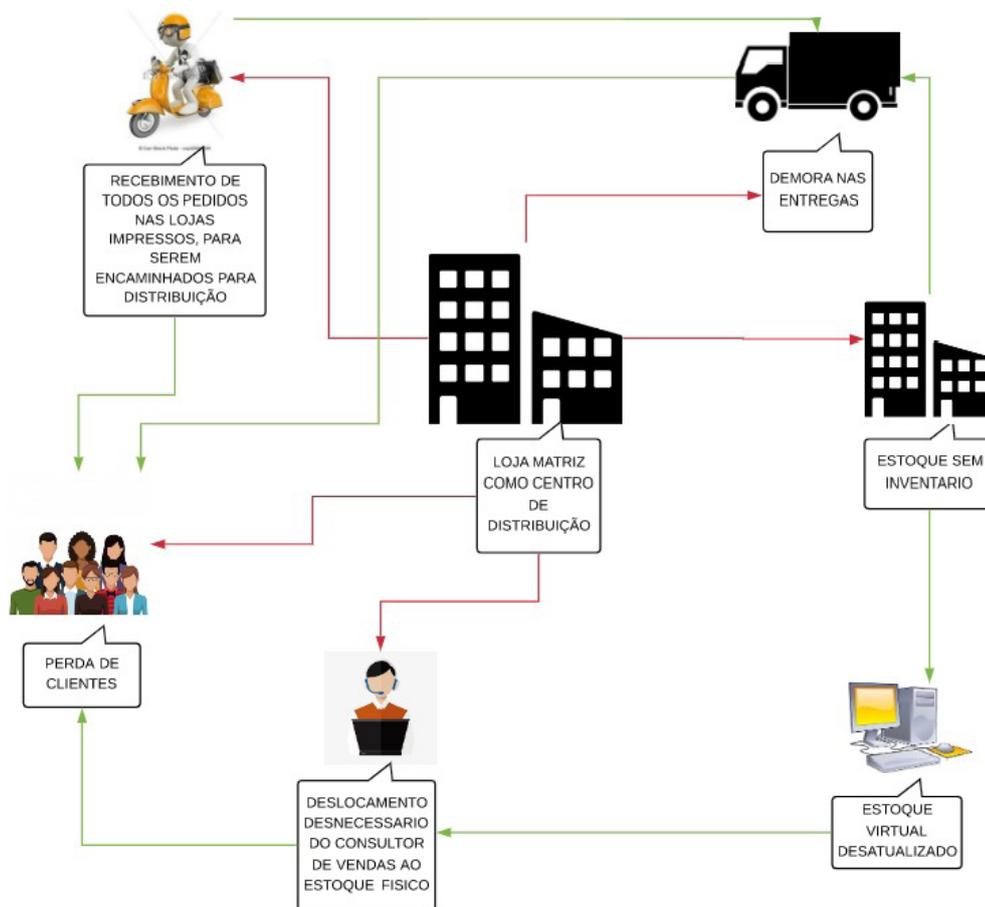
## 4.2 Estruturação da problemática através da *Soft Systems Methodology*

### 4.2.1 Estágios 1 e 2: Análise e demonstração da situação problemática

Através do levantamento de informações que foi adquirido por meio do fluxograma apresentado anteriormente, pôde-se analisar as falhas que estão trazendo um *feedback* negativo para organização, desta forma foi observado que a situação problema assim determinada é: "A Demora nas entregas dos pedidos aos clientes, devido ao novo método utilizado pela empresa na intenção de corte de custo, assim acarretando transtorno ao cliente para o recebimento do seu produto".

Após a identificação da problemática, foi elaborado o *rich picture* para melhor expressar a situação problema em estudo, assim demonstrada na figura 3.

Figura 3 - Rich Picture



Fonte: Autores (2019)

### 4.2.2 Estágio 3: Construção da definição raiz e sistemas relevantes

Após observar a problemática expressada pelo *rich picture*, é possível representar os sistemas relevantes através da palavra CATWOE, descritos a seguir:

#### 4.2.2.1 "CATWOE"

C – Clientes: - metalúrgicas, setores de construção civil.

A – Atores: setor comercial, setor de expedição

T – Transformação: integrar os pedidos do tipo entrega ao centro de distribuição independente das lojas, otimizando a entrega de produtos aos clientes, gerando uma melhoria contínua de estoque físico e virtual das lojas.

W – *Weltanschauung*: a baixa qualidade no serviço de entrega de produtos, pode gerar a insatisfação e conseqüentemente a perda de clientes.

O – Donos – Diretoria

E – Restrições do Ambiente: localização do centro de distribuição atual divergente de algumas rotas, gerando um maior deslocamento de transporte.

Definição raiz: O centro de distribuição (CD) é uma unidade construída para armazenar os produtos produzidos ou comprados para revenda, com a finalidade de despachá-los para outras unidades, filiais ou clientes de forma eficiente e satisfatória.

#### **4.2.3 Estágio 4: Elaboração de modelos conceituais**

De acordo com o sistema de elementos CATWOE, foi elaborado o seguinte modelo conceitual.

I - Otimizar processo de expedição de produtos a partir de um CD independente das lojas. Trazendo satisfação ao cliente e qualidade de serviço.

II - Atualização do estoque diário, tendo controle de entradas e saídas

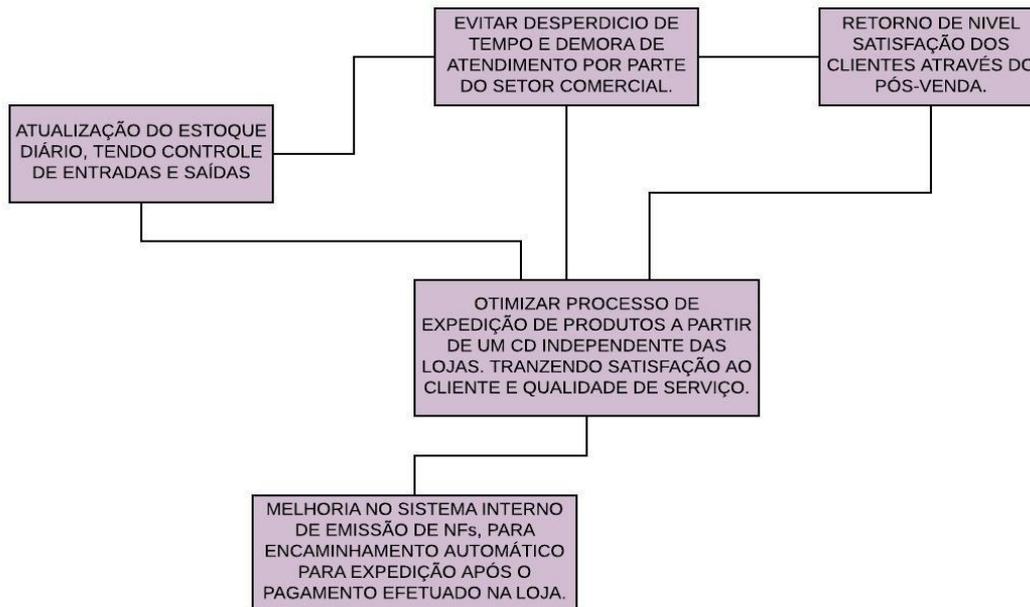
III - Evitar desperdício de tempo e demora de atendimento por parte do setor comercial.

IV - Retorno do nível satisfação dos clientes através do pós-venda.

V - Melhoria no sistema interno de emissão de NFs, para encaminhamento automático para expedição após o pagamento efetuado na loja.



Figura 4 – Mapa Conceitual



Fonte: Autores (2019)

#### 4.2.4 Estágio 5: Comparação com a realidade

Foi elaborado comparações do mapa conceitual anteriormente descritos com o mundo real, verificando que algumas das ações já ocorreram, porém precisam de uma melhor estrutura operacional conforme a tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Comparação com o mundo real

Modelo Conceitual	Mundo Real	Comentários
Otimizar processo de expedição de produtos a partir de um CD independente das lojas. Trazendo satisfação ao cliente e qualidade de serviço.	Não	O CD não é independente das lojas, pois a distribuição é feita pela loja matriz.
Atualização do estoque diário, tendo controle de entradas e saídas.	Não	A atualização do estoque somente é realizada mediante a entrada de produtos.
Evitar desperdício de tempo e demora de atendimento por parte do setor comercial.	Não	Por falta de atualização das saídas de estoque, ocorre constantemente o deslocamento de funcionários do setor comercial para verificação de estoque.
Retorno do nível de satisfação dos clientes através do pós-venda.	Sim	Através do SAC é realizado pesquisas de satisfação com os clientes, contudo carece de melhorias.

Melhoria no sistema interno de emissão de NFs, para encaminhamento automático para expedição após o pagamento efetuado na loja.	Não	Não ocorre o encaminhamento de forma rápida e efetiva ao setor de expedição.
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----	------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Autores (2019)

#### 4.2.5 Estágio 6: Mudanças possíveis e desejáveis

Neste estágio foram identificadas aquelas mudanças desejáveis e possíveis de serem realizadas (Tabela 2).

Tabela 2 – Mudanças desejáveis e factíveis para a transformação

<b>Modelo Conceitual</b>	<b>Desejáveis</b>	<b>Factíveis</b>
Otimizar processo de expedição de produtos a partir de um CD independente das lojas. Trazendo satisfação ao cliente e qualidade de serviço.	Sim	Sim
Atualização do estoque diário, tendo controle de entradas e saídas.	Sim	Sim
Evitar desperdício de tempo e demora de atendimento por parte do setor comercial.	Sim	Sim
Retorno do nível de satisfação dos clientes através do pós-venda.	Sim	Não
Melhoria no sistema interno de emissão de NFs, para encaminhamento automático para expedição após o pagamento efetuado na loja.	Sim	Sim

Fonte: Autores (2019)

A atividade “Retorno do nível de satisfação dos clientes através do pós-venda” é uma mudança não factível pelo fato de ser um processo de longo prazo e de percepção do consumidor e retomada de clientes insatisfeitos que exige não somente uma boa distribuição, mas um eficiente plano de marketing.

#### 4.2.6 Estágio 7: Sugestão de ações para melhoria

- Realocar os materiais para a unidade do CD independente das lojas.
- Elaborar uma nova logística de distribuição para clientes, descentralizando a distribuição e estocagem.

- Automatização e melhoria do sistema de comunicação entre pagamento e expedição.
- Organização periódica por parte do setor de estoque para atualização de sistema de entradas e saídas de produtos, adotando a metodologia do FIFO (*First In, First Out*).
- Controle e tratamento das reclamações por parte dos clientes através de um efetivo plano de marketing.

Curo e Belderrain (2010) aplicaram o SSM em uma instituição de ensino superior através desta metodologia permitiu explicar a situação problemática e dar orientações para mudanças possíveis e desejáveis analisadas. Winter (2006) reforça a importância do método de estruturação de problemas (PSM) através de abordagens como a SSM pode desempenhar em fases iniciais de projetos, onde os objetivos ainda são poucos claros e às vezes conflitantes. Pinheiro, Santos e Reis (2016) concluem que a abordagem de problemas reais a partir do pensamento sistêmico permite entender as interações dos atores e como os problemas estão estruturadas dentro de um sistema.

A abordagem através da SSM é um método bastante difundido no mundo e aplicado em diversas áreas, tais como instituições de ensino superior (LUNARDI; HENRIQUE, 2002; CURO; BELDERRAIN, 2010), ensino fundamental (SOARES et al., 2018), na agricultura (COTA JÚNIOR; FREITAS; CHENG, 2007), produção de alimentos (BELLINI; RECH; BORENSTEIN, 2004), indústria de bebidas (PINHEIRO et al., 2018). O que corrobora com os resultados encontrados nesta pesquisa.

## 5. CONCLUSÃO

Por meio da aplicação do SSM possibilitou identificar os problemas reais da empresa e através de um profundo estudo do processo, utilizando a ferramenta do fluxograma, mapeou-se todo o processo logístico. A partir desta foi possível analisar os setores e suas atividades com o intuito de sugerir possíveis soluções para que as falhas encontradas passem por ações de melhorias a fins de resultados satisfatórios.

Sabe-se que esse pensamento sistêmico é capaz de inúmeras melhorias, seu desenvolvimento mediante a utilização dos setes passos apresentou a importância do método para o reconhecimento do problema real e a criação do modelo conceitual.

Portanto, a introdução desta metodologia oferecerá um grande diferencial a problemática apresentada e possivelmente será notada como uma ferramenta de grande eficiência.



## REFERÊNCIAS

- BARNES, R. M. **Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medida do Trabalho**. Editor Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 1977.
- BELLINI, C. G. P.; RECH, I.; BORENSTEIN, D. Soft Systems Methodology: uma aplicação no "pão dos pobres" de Porto Alegre. **RAE-eletrônica**, vol. 3, n. 1, 2004.
- BOWERSOX, D. J. et al. **Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos**. 4ª Ed. Editora Bookman, 2014.
- CHECKLAND, P. **Systems Thinking, Systems Practice**. John Wiley & Sons, 1981. 330p.
- CHECKLAND, P. From optimizing to learning: a development of systems thinking for the 1990s. **Journal of the Operational Research Society**, v. 36, n. 9., pp. 757 – 767, 1985.
- CHECKLAND, P.; SCHOLLES, J. **Soft Systems Methodology: a 30-year retrospective**. John Willey Chichester, 1999.
- COTA JÚNIOR, M. B. G.; FREITAS, J. S.; CHENG, L. C. Uma análise de soft systems methodology e sua utilização para melhoria do processo de desenvolvimento de cultivares em uma instituição de pesquisa agropecuária. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS, 3.; CONGRESSO CATARINENSE DE SISTEMAS, 1., 2007, Florianópolis. Prática sistêmica em situação de complexidade: Anais. Florianópolis: UFSC, 2007., 2007.
- CRUZ, C. S; MENDES, F. A. **Mapeamento e quantificação dos resíduos de madeira gerados nas serrarias no município de Tomé-Açu, utilizando as ferramentas da qualidade fluxograma e 5W2H**. 2018. 58 f. Dissertação (Graduação em administração) – Departamento de administração, Universidade Federal rural da Amazônia, 2018.
- FOUNTAS, S. et al. Farm machinery management information system. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 110, p. 131-138, 2015.
- LUNARDI, G. L.; HENRIQUE, J. L.. **Aplicação da "soft systems methodology" na avaliação de um programa de pós-graduação em administração: perspectiva do corpo discente**. 2002.
- NASCIMENTO, J. Í. G. do. **Mapeamento do processo de transferência de mercadorias em um centro de distribuição pertencente a uma rede de supermercados**. 2017. 37 f. Monografia (Graduação em Administração) - Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, 2017.
- NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- PEREIRA, T. F. et al. Integrating soft systems methodology to aid simulation conceptual modeling. **International Transactions in Operational Research**, v. 22, n. 2, p. 265-285, 2015.
- PINHEIRO, E. M.; SANTOS, SOUSA, S. G.; REIS, E. C. G. Aplicação da metodologia soft systems para estruturar problemas em um curso de graduação. **Perspectivas Online: Humanas Sociais & Aplicadas**, v. 6, n. 17, 2016.
- PINHEIRO, E. M et al. Utilização da Soft Systems Methodology em uma indústria de bebidas no Maranhão. In: VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2018. **Anais eletrônico...**, 2018. Disponível em: <[aprepro.org.br/conbrepro/2018/down.php?id=3930&q=1](http://aprepro.org.br/conbrepro/2018/down.php?id=3930&q=1)> Acesso em: 28 abr. 2019.
- RINGER, N. J. **Desafios do setor de energia eólica no Brasil: uma abordagem sistêmica**. 2014. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 153 p.
- SILVA, M. J. F. da; TEODORO, A. **Lean Manufacturing: Aplicação nos processos logísticos de armazenagem e carregamento na área de produtos laminados**. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção). Fundação Universitária Vida Cristã, Pindamonhangaba, 2017.
- SOARES, J. J. et al. Estruturação de problemas em uma escola pública com a aplicação da Soft Systems Methodology (SSM). **Desafio Online**, v. 6, n. 2, 2018.
- VENTURI, M. J. et al. Aplicação da Metodologia SSM (Soft Systems Methodology) na dinâmica do fluxo de informações da área de logística em uma cervejaria. In: 1st International Society for the Systems Scienc-



es–Brazilian Chapter Systems Conference, São Paulo, Brazil. 2005. **Proceedings...** São Paulo: USP, 2005.

WANG, W.; LIU, W.; MINGERS, J.. A systemic method for organisational stakeholder identification and analysis using Soft Systems Methodology (SSM). **European Journal of Operational Research**, v. 246, n. 2, p. 562-574, 2015.

WANKE, P. **Distribuição direta ou distribuição escalonada:** A visão da indústria numa rede de transporte simples. Centro de Estudos em Logística–COPPEAD. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em <<http://www.ilos.com.br/web/distribuicao-direta-ou-distribuicao-escalonada/>> Acesso em: 29 abr. 2019.

WINTER, Mark. Problem structuring in project management: an application of soft systems methodology (SSM). **Journal of the Operational Research Society**, v. 57, n. 7, p. 802-812, 2006.



**SISTEMÁTICA PARA IMPLANTAÇÃO  
DA GESTÃO DE ATIVOS FÍSICOS NO  
PROCESSO DE MANUTENÇÃO EM UMA  
PLANTA INDUSTRIAL FARMACÊUTICA**

SYSTEM FOR IMPLEMENTATION OF PHYSICAL ASSET MANAGEMENT IN  
THE MAINTENANCE PROCESS ON A PHARMACEUTICAL INDUSTRIAL  
PLANT

**Fabiano Ferreira Matias Neto**

**Gilson Brito Alves Lima**

## Resumo

Este artigo busca apresentar um diagnóstico efetivo da Gestão da Manutenção numa planta industrial farmacêutica em uma instituição pública, sendo importante ressaltar neste cenário, que a planta encontra-se em fase de controle, no que se refere aos seus equipamentos, visando assim, possibilitar que ocorra uma transformação em suas propostas de realizar a gestão destes ativos físicos na manutenção. Ou seja, aprofundamento dos conceitos e técnicas em engenharia de manutenção, desde a fase do inventário até que seja possível, alinhar as atividades aos conceitos mais modernos da Manutenção Centrada na Confiabilidade. O artigo buscará apresentar o atual modelo de Gestão da Manutenção demonstrando os pontos de carência, as não conformidades, tornando evidente a necessidade de mudança no processo para a implantação do processo da Gestão de Ativos Físicos da Manutenção para atender e acompanhar a projeção de crescimento da indústria farmacêutica para os próximos anos. A Gestão de Ativos Físicos consiste na aplicação de boas práticas a serem utilizadas pela planta industrial farmacêutica em seu processo, que buscará alcançar resultados desejados e sustentáveis, sendo considerada uma ação coordenada pelo alto escalão da empresa e distribuída em termos de ações aos responsáveis e colaboradores da manutenção, a importância do tema é justificável: as iniciativas voltadas para a administração dos bens de uma empresa têm feito toda a diferença para oferecer um produto mais competitivo no mercado.

**Palavras-chave:** Gestão; Manutenção Industrial; Gestão de Ativos; Planejamento; PDCA.

## Abstract

This paper aims to present an effective diagnosis of maintenance management of a pharmaceutical industrial plant in a public institution. It is important to highlight in this scenario, that a plant is in the control phase, not referring to its equipment, as well as enabling a change in their actions to manage these physical assets in maintenance. That is, deepening maintenance engineering concepts and techniques from the inventory phase until it is possible to align activities with the most modern concepts of Reliability Centered Maintenance. The article will seek to present the current Maintenance Management model demonstrating the grace points as nonconformities, showing a clear need for change in the process of implementation of the Maintenance Physical Asset Management process to meet and monitor an industry growth project. pharmaceutical industry for years to come. Physical Asset Management consists of the application of good practices used by the pharmaceutical industrial plant in its process, which seeks to obtain desirable and sustainable results, being considered an action coordinated by the company's high escalation and distributed in terms of actions to employees and employees. Of maintenance, an importance of the theme is justifiable: as initiatives focused on the management of assets of a company that has made all the difference to offer a more competitive product in the market.

**Keywords:** Management; Industrial Maintenance; Asset Management; Planning; PDCA.



## 1. INTRODUÇÃO

O artigo buscou identificar o cenário atual de uma planta industrial farmacêutica de ciência e tecnologia em saúde, pois é um setor produtivo que possui grande avanço em tecnologia, está à frente da indústria 4.0, sendo necessário o acompanhamento dessas mudanças tecnológicas que se apresentam rápidas e com profundas mudanças. E também da mesma forma, destaca-se por ocupar um lugar privilegiado na interface da saúde, ciência e tecnologia.

Outrossim, em função deste crescente cenário, destaca-se que à área de Gestão de Manutenção possui como missão, acompanhar este crescimento exponencial compartilhando o desenvolvimento de técnicas que possam vir a permitir atender às demandas existentes. O presente artigo, por sua vez, possui uma proposta de analisar a eficiência da Gestão de Ativos Físicos da Manutenção para os processos de manutenção na indústria farmacêutica em questão, pretende-se, assim, definir o conceito de linha de pesquisa.

Para chegar a esta definição, foi desenvolvida uma metodologia para discutir o caso da indústria farmacêutica e, ao mesmo tempo, para viabilizar a coleta de dados a respeito das práticas existentes, em particular, com as análises técnicas dos processos e os procedimentos realizados em campo.

Entendendo que um modelo de gestão para este ambiente deverá contemplar as diretrizes institucionais, e abranger a manutenção de equipamentos desde o início do projeto passando pela aquisição de equipamentos, acompanhando o ciclo de vida dos ativos físicos e a ocupação das edificações, até o seu descarte ou alienação final.

Em função das demandas encontradas, foi proposto o desenvolvimento e a execução de uma metodologia que buscasse atender e permear todas as fases da Gestão da Manutenção até que, em função da maturidade obtida ao longo deste processo, seja possível a implantação de Gestão de Ativos Físicos na manutenção no processo de manutenção. Por sua vez, em razão da utilização da Gestão para redução de perdas, o estudo buscou desenvolver nos ambientes de trabalho, a formação dos técnicos para realizar as análises de Gestão de Ativos Físicos da Manutenção.

Esse processo de formação profissional facilitará o entendimento da equipe para que em momento oportuno possam registrar, propor e definir as atividades mais críticas, buscando as causas raiz, e traçando os planos de ação junto aos programadores e gestores da manutenção, ajustando o processo e alinhando aos negócios desta indústria farmacêutica. Outrossim, cabe ressaltar que o mais importante é a aplicação de uma efetiva ação da Gestão da Manutenção.

Segundo Maynard (1970), o objetivo do pessoal de manutenção é assegurar que os equipamentos sejam mantidos de forma a permitir que sua produção se processe dentro de um custo mínimo por unidade, em compatibilidade com a segurança e o bem-estar da força de trabalho. Em outras palavras, o pessoal da manutenção procura manter os equipamentos de forma a aumentar sempre sua contribuição à finalidade última da empresa: obtenção de lucros máximos. Outro fator envolvido é a contínua evidência de avarias, as quais levam a planta industrial a arcar com despesas de ações corretivas não planejadas. Entretanto, caso exista um planejamento destas mesmas ações corretivas, evidenciadas de uma forma equivocada, pode levar a planta industrial a despender custos com manutenções preventivas desnecessárias, troca de sobressalentes indevidos sem análises e a utilização de mão de obra para intervenções desnecessárias.

Na Engenharia de manutenção faz-se necessário o estudo da Gestão aplicada ao cenário real da organização, onde pode-se verificar o método utilizado pelos profissionais, se estão buscando a otimização e a melhoria de seus processos. Por sua vez, entende-se que os ativos físicos de uma planta industrial são da maior importância, pois para assegurar o negócio da organização, precisam estar disponíveis, destacando-se aqui que a responsabilidade de um departamento de manutenção precisa ser bem representada e possuir dimensões substanciais, onde a sua performance tem relação direta com as metas e objetivos de produtividade e os resultados empresariais.

Diante deste cenário tendo como objetivo principal a inserção da Gestão de Ativos Físicos na Manutenção, como uma proposta de final de desenvolvimento para a realização deste artigo consistiu em: relato de profissionais na área operacional e de gestão da manutenção da planta industrial estudada, processos e procedimentos que definem o atual modelo de gestão da manutenção da planta industrial farmacêutica, verificação de informações nos bancos de dados da planta industrial que registram as ocorrências de falhas dos ativos, apreciação dos dados e geração de resultados através de gráficos e por fim uma busca de informações para auxiliar a demonstração da proposta de implantação de um modelo de gestão de ativos físicos na manutenção.

Com o objetivo de criar e manter um programa de Gestão de Ativos Físicos na Manutenção, visando à eficácia das atividades exercidas, na manutenção eficiente e eficaz, este artigo inicial serve como referencial para estudos de campo e melhorias dos processos e procedimentos de manutenção.



## 2. DESENVOLVIMENTO

Para fins de ilustrar, a metodologia proposta adotou-se a sistemática PDCA de forma a organizar a lógica do modelo proposto. Este artigo tem como objetivo apresentar as decisões, ciclos, planos e atividades que foi aplicado na proposta onde demonstra a contribuição da aplicação de uma gestão de ativos físicos da manutenção em uma planta industrial farmacêutica.

A relevância deste artigo encontra-se pautada na importância de desenvolver uma metodologia de gestão de ativos físicos da manutenção, o desafio a ser enfrentado relaciona-se com a possibilidade de espaços para melhoria nos processos e procedimentos empregados para o desenvolvimento das ações de manutenção.

Com o desenvolvimento científico e tecnológico presente, o investimento na gestão de ativos físicos da manutenção tende a aumentar, isso faz com que a manutenção tenha um papel fundamental nas empresas: na disponibilidade dos equipamentos, na sua confiabilidade, na redução do risco de funcionamento e, na qualidade dos produtos e serviços. Neste contexto, as estratégias envolvidas na manutenção tornam-se necessárias para as empresas. Não existe uma estratégia de manutenção perfeita e, mesmo com a utilização de ferramentas específicas, as avarias nos equipamentos ocorrem, o que faz com que as equipes de manutenção tenham de responder a estas situações da forma mais eficaz possível.

O artigo apresenta a aplicação de uma proposta que emprega métodos das normas ABNT NBR ISO ISO-55000 (Gestão de Ativos – Visão geral, fundamentos e terminologia), ISO-55001 (Requisitos para Sistema de Gestão de Ativos), ISO-55002 (Guia para implantação de Sistema de Gestão de Ativos) para servir de ferramenta de apoio à decisão que possibilite implementar uma estratégia eficaz e eficiente para a manutenção industrial, entretanto o processo de Gestão de Ativos da Manutenção é vital na gestão da manutenção, pois através dela é possível fornecer valor para a organização e partes interessadas, transformar a intenção estratégica em tarefas, decisões, atividades técnicas e financeiras e garantir que os ativos vão cumprir e desempenhar a sua função.

Trabalhar para a condição de amenizar ao máximo a quebra e fornecer maior disponibilidade e confiabilidade dos ativos. Este alinhamento desejado entre processo de manutenção e os objetivos de manufatura é alcançado com uma boa gestão.

### 2.1 Revisão de literatura

Tavares (1999), afirma que a história da manutenção acompanha o desenvolvimento técnico industrial da humanidade. No final do século XIX, as indústrias têxteis se mecanizaram e as exigências por equipamentos mecanicamente mais



complexos tornaram uma necessidade. Com a implantação da produção seriada instituída por Ford, a estruturação de equipes de reparo/manutenção se fizeram presentes diante da necessidade de colocação dos equipamentos, em funcionamento, no menor tempo possível. Deu-se então início às primeiras práticas de manutenção corretiva.

Segundo Carvalho (2004), afirmar que não existe um modelo de gestão em uma organização é falso, visto que o desenvolvimento de processos e rotinas de trabalho e a presença de resultados mostram que está havendo gerenciamento das ações, seja de forma organizada ou não, e se há rotina e gestão, consequentemente existe um modelo implícito, que de certa forma contém as respostas para os seguintes termos: O que queremos? O que fazer? Como fazer?

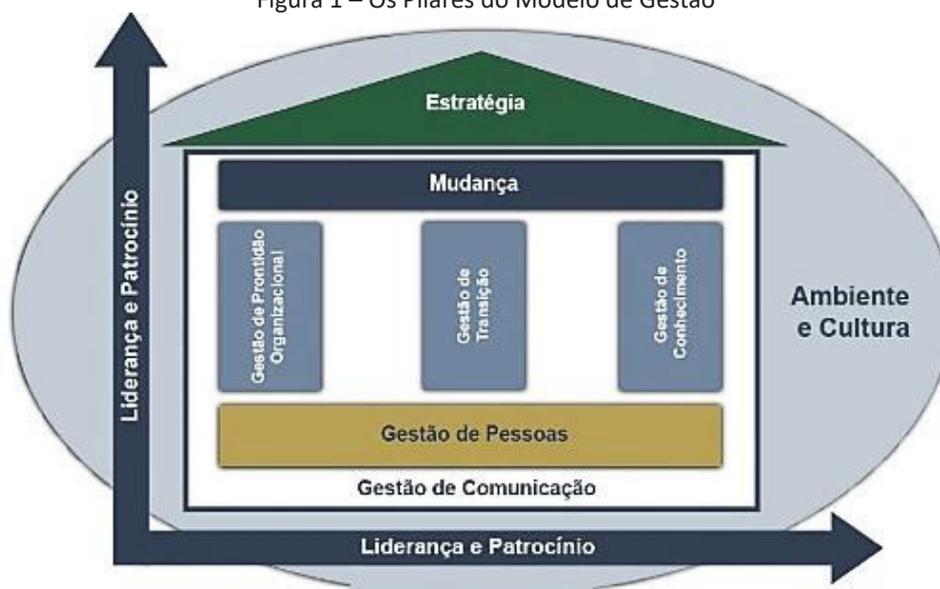
Conforme Slack (2002), o grande desafio em gerir os processos de manutenção consiste em criar sistemas eficazes que avaliem o acompanhamento da qualidade alcançada na manutenção, ou seja, o processo mais eficaz possível que consiga unir o regime de trabalho à manutenção já que estas são interdependentes. Porém em toda atividade de planejamento, na programação da manutenção podem ocorrer desvios consideráveis em relação aos planos originais, de curto, médio e longo prazo, isto é aceitável desde que haja um plano definido para contornar as possíveis dificuldades que possam atrasar ou onerar o processo.

Conforme Siqueira (2005), a fase de planejamento contém incertezas decorrentes do desconhecimento de mecanismos e equipamentos, além de outras variáveis de caráter aleatório podem impedir o cumprimento das manutenções programadas, ditadas por imprevistos e falhas no produto. A aleatoriedade de muitos mecanismos de falha, principalmente em instalações automatizadas, dificulta a previsão de manutenções preventivas, afetando a qualidade da manutenção. O planejamento deve estar em perfeito sincronismo com a produção ou produtividade, pois embora alguns fatores imprevisíveis pudessem colaborar para desorganização do planejamento original, a gestão da manutenção, para se tornar cada vez mais eficaz, deve considerar a eventuais intempéries ou necessidades de operação. Entre operação e execução existe um excêntrico que causam variações nas atividades. A redução desta descentralização somente ocorre com o alinhamento entre as variáveis de operação, planejamento e execução, isto com uma margem bem definida de manutenção.

Conforme (figura 1) O modelo de gestão pode demonstrar como atingir os objetivos com eficiência e eficácia, com profissionais capacitados ao qual trabalhem com métodos e processos transparentes e integrados, tendo como o gerenciamento das informações e análises contínuas dos resultados alcançados em diversas etapas da cadeia cliente-fornecedor.



Figura 1 – Os Pilares do Modelo de Gestão



Fonte: Dynamica Consultoria (2010)

Perceber a importância de um modelo de gestão organizado e transparente é, além de buscar eficácia e efetividade, entender a necessidade da melhoria contínua e da participação dos atores envolvidos com o negócio da organização nas etapas do processo de trabalho.

Segundo Xenos (1998), cada empresa, cada planta dentro de uma empresa e, muitas vezes, cada departamento dentro de uma fábrica pode desenvolver sua própria definição de “custo de manutenção”. Entretanto, as comparações de custo de manutenção devem sempre ser acompanhadas por uma definição mais clara do que está incluído e excluído em cada planta. Caso a empresa esteja no processo de definição dos custos de manutenção, deverá ter em mente o que pode ser considerado custo, para que, dessa forma, consiga gerenciar da melhor maneira como irá reduzir os gastos e aproveitar da melhor maneira cada investimento realizado.

Segundo Siqueira (2005), prevenir falhas consiste os objetivos primários da manutenção. Para isto é necessário conhecer as formas como os sistemas falham. De fato todo equipamento tem problemas e falhas comuns, podendo ser por erros de operação ou defeitos de fabricação.

De acordo com Mirshawka (1993), entre todos os tipos de custos, os mais comuns são: eliminação de ajustes de estoque, produtos excedentes e inventário (em que o inventário representa o capital de giro); substituições de máquinas e equipamentos; supervisão de manutenção, planejamento e administração; retrabalho, ou seja, refazer uma tarefa anteriormente realizada por outro profissional que não conseguiu sanar o problema, gerando gastos com mão-de-obra e desperdício de tempo, em que o mesmo funcionário poderia estar fazendo manutenção em outros equipamentos ainda não inspecionados.

Para se chegar ao nível de manutenção eficaz é de vital importância o acom-

panhamento do funcionamento de uma planta industrial, observar e respeitar os procedimentos mencionados pelo fabricante/fornecedor, atentando para o regime de trabalho, local de armazenamento e manuseio do equipamento.

## 2.2 Situação atual

A Gestão de Ativos compreende um conjunto coordenado de atividades voltadas para extraírem valores dos ativos da empresa. Isso inclui o balanceamento de custos, oportunidades e riscos frente ao desempenho que se espera desses ativos para que sejam alcançados os objetivos da organização. Na tabela 1 é demonstrada a sistemática de uma proposta de gestão de ativos da manutenção.

Tabela 1 – Perguntas para a Sistemática de uma Proposta de Gestão de Ativos da Manutenção

Problema da Pesquisa	Objetivo da Pesquisa	Objetivo Específico	Questão da Pesquisa	Perguntas do Questionário	
Por que a gestão da manutenção precisa acompanhar este crescimento na mesma aceleração e com desenvolvimento de técnicas que permitam atender às demandas existentes?	Por que sugerir uma sistemática para a implantação de gestão de ativos?	Por que estruturar segurança?	Por que sistematizar uma proposta de implantação de gestão de ativos focada nos processos críticos de forma a analisar os casos recorrentes em uma planta industrial farmacêutica?	Por que o plano de manutenção descreve a manutenção dos ativos atuais incluindo os edifícios e equipamentos?	
		Por que garantir estabilidade?		Por que a manutenção civil centralizada e manutenção de equipamentos descentralizada?	
		Por que definir previsibilidade?		Por que práticas dos instrumentos conceituais citados (5S, TPM e Multiespecialização)?	
		Por que propor confiança?		Por que manual da política da manutenção?	
	Por que otimizar a ineficiência de processos e procedimentos?	Por que reduzir custos?			Por que alguns indicadores definidos?
					Por que sistemas de custos para atividades de manutenção?
			Por que programas de integração obra-manutenção e programa de avaliação pós-ocupação?		

Fonte: Autor (2019)

No Brasil, as aplicações práticas se difundiram em áreas: Petróleo, Prestação de Serviço (Mão de Obra), Energia Elétrica, Automotivo, Industrial e Metalúrgico. Para aumentar índices de confiabilidade e disponibilidade, os mantenedores implantaram técnicas de Gestão de Ativos da Manutenção baseadas nas NBR's – NBR ISO 55000 Gestão de Ativos: Visão Geral, Princípios e Terminologia; NBR ISO 55001 Gestão de Ativos: Requisitos e NBR ISO 55002 Gestão de Ativos: Aplicação (forma de atuação da manutenção – centralizada/descentralizada/mista e unidade de negócio). Estes modelos constituem-se na substituição ou reforma de componentes na substituição dos equipamentos. Logo, assumem que estes, em sua maioria, operam com uma determinada vida útil e seu desgaste pode acelerar com

passar do tempo. Porém, os estudos estatísticos contrariam a natureza das falhas e demonstram que as características construtivas e aplicação influenciam bastante. Portanto, o tempo até a ocorrência pode variar.

## 2.3 Estudo de caso

Com o objetivo de planejar a implantação da gestão de ativos da manutenção, uma boa gestão tem o foco voltado para como olhamos o nosso negócio. Sendo uma forma de evitar desperdícios, garantir mais eficiência e atender às necessidades dos nossos clientes internos e externos e aos requisitos regulatórios e legais, sendo primordial para o atendimento das NBR's – NBR ISO 55000 Gestão de Ativos: Visão Geral, Princípios e Terminologia; NBR ISO 55001 Gestão de Ativos: Requisitos e NBR ISO 55002 Gestão de Ativos: Aplicação.

Se o compromisso da gestão de ativos da manutenção é com resultados melhores e que se sustentem em longo prazo, como a satisfação dos nossos clientes, a geração de novas propostas e a melhoria contínua da eficiência.

Neste caso todos os colaboradores são responsáveis pela boa performance dos ativos: implantação, divulgação e cumprimento da política, sejam eles da operação, administrativos ou terceirizados, em suas atividades diárias. Com isso sugere-se uma pesquisa junto aos colaboradores da planta para poder disseminar e propor parâmetros de estruturação de uma política para a implantação da gestão dos ativos, abaixo segue quadrante onde demonstra os parâmetros para estruturação das atividades e os produtos a serem entregues.

A gestão de ativos físicos da manutenção envolve um conjunto de atividades associados à segurança, confiabilidade, disponibilidade, infraestrutura e custo. Não é possível gerenciar os ativos sem conhecer a confiabilidade e a disponibilidade dos sistemas e componentes críticos ao longo do tempo de operação, os riscos inerentes à operação e manutenção da planta, as probabilidades de ocorrências de eventos não desejáveis que afetassem a segurança da planta ou das pessoas e do meio-ambiente e as consequências das falhas de equipamentos que tem como função impedir as ocorrências de acidentes ou gerar a produção da planta.

Impossível seria desejar uma gestão de ativos da manutenção eficaz se o processo de gestão da manutenção não contempla o planejamento e controle na manutenção, gestão de contratos, sistema informatizado para emissão de ordens de serviço e registros de dados pós-manutenção, treinamento e capacitação de pessoal, cumprimento de normas e requisitos legais, indicadores de manutenção, análise de modos de falhas e causa raiz, manutenção baseada na condição (manutenção preditiva), programa de manutenção preventiva e continuamente avaliado pela manutenção centrada em confiabilidade, análise de confiabilidade, disponibilidade e mantabilidade dos sistemas críticos, análise e gestão de risco e análise



de dados de vida dos equipamentos e componentes.

Figura 2 - Modelo de desdobramento do PDCA nos planos de gestão de ativos



Fonte: Assetsman (2018)

Conforme (figura 2) Tomando como base práticas do sistema de gestão da manutenção, e utilizando da ferramenta PDCA sugerida pelas NBR's – NBR ISO 55000 Gestão de Ativos: Visão Geral, Princípios e Terminologia; NBR ISO 55001 Gestão de Ativos: Requisitos e NBR ISO 55002 Gestão de Ativos: Aplicação, para a análise da situação da manutenção existente e proposta de implantação da gestão de ativos da manutenção. Segue abaixo análise realizada para a implantação da gestão de ativos da manutenção.

Neste caso todos os colaboradores são responsáveis pela boa performance dos ativos: implantação, divulgação e cumprimento da Política, sejam eles da operação, administrativos ou terceirizados, em suas atividades diárias.

Com isso sugere-se uma pesquisa junto aos colaboradores da planta para poder disseminar e propor parâmetros de estruturação de uma política para a implantação da gestão dos ativos, abaixo segue quadrante onde demonstra os parâmetros para estruturação das atividades e os produtos a serem entregues.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi sugerir uma sistemática para implantação da gestão de ativos físicos da manutenção no processo de manutenção em uma planta industrial farmacêutica, para fins de responder a eficiência e eficácia no que tange a processos e procedimentos de manutenção.

Com o auxílio das NBR's – NBR ISO 55000 Gestão de Ativos: Visão Geral, Princípios e Terminologia; NBR ISO 55001 Gestão de Ativos: Requisitos e NBR ISO 55002 Gestão de Ativos: Aplicações onde foram identificados os processos e requisitos necessários para estar em congruência com os requisitos das normas. Com isso foi possível identificar os pontos de melhoria e realizar recomendações necessárias para o melhor desenvolvimento do sistema de gestão de ativos da manutenção.

A proposta apresentada comprova que uma sistemática para implantação da gestão de ativos físicos da manutenção implantado com objetivos traçados pode contribuir para um aperfeiçoamento do desempenho da planta industrial farmacêutica, além de garantir um grande controle sobre os ativos da empresa através de projetos elaborados, custos otimizados nas fases de aquisição e descarte, bem como processos de operação aprimorados durante a manutenção.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 55000: Gestão de Ativos – Visão geral, princípios e terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 55001: Gestão de Ativos - Sistemas de gestão — Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 55002: Gestão de Ativos - Sistemas de gestão - Diretriz para a aplicação da ABNT NBRISO55001. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

CARVALHO, Walker Dutra de. Modelo de Gestão dos Ciclos de Manutenção - ENSP – Mestrado Profissional Fundação Oswaldo Cruz, 2004.

MAYNARD, H. B. "Manual de Engenharia de Produção". São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1970. 179 p.

MIRSHAWKA, V.: Criando Valor Para o Cliente, Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1993.

SLACK, Nigel & CHAMBERS, Stuart & JOHNSTON, Robert. "Administração da Produção". 2a ed. São Paulo: Atlas. 2002.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. "Manutenção Centrada na Confiabilidade": Manual de Implementação. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005. 408 p.

TAVARES, Lourival Augusto; SILVA Aristides Antônio Filho. A Manutenção como Atividade Corporativa (experiência da empresa Furnas Centrais Elétricas S.A. – Divisão de Manutenção), 1999.

XENOS, H. G. Gerenciando a Manutenção Preventiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.



**UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE  
OS MÉTODOS E PARÂMETROS  
USADOS PARA MEDIÇÃO DO VOLUME  
DE GRÃOS CONTIDOS DENTRO DE UM  
SILO**

A SYSTEMATIC REVIEW ON METHODS AND PARAMETERS USED FOR  
MEASURING GRAIN VOLUME WITHIN A SILO

**Romero Santos de Brito**  
**Fabiana Costa de Araújo Schutz**

## Resumo

É incontestável a importância do controle de estoques nos armazéns buscando-se a excelência para a gestão logística das empresas. No setor agroindustrial, os silos são usados em larga escala para o armazenamento temporário dos grãos colhidos em determinada safra. Ocorre que a imprecisão da quantidade de grãos armazenados dentro do silo ainda é uma realidade. Neste sentido, faz-se necessária uma investigação sobre o estado da arte em que se encontram as pesquisas voltadas a modelos de precisão de volume dentro um silo. Neste trabalho foi feita uma revisão sistemática de artigos que procuram identificar e compreender, junto à comunidade científica, experimentos que tenham sido desenvolvidos buscando a precisão do volume de grãos contidos em um silo de armazenamento de grãos. Também, buscou-se por trabalhos que analisassem os parâmetros (densidade, temperatura, pressão e vazão), os quais interferem na dinâmica dentro dos silos. Buscou-se ainda por experimentos voltados à compreensão dos fenômenos que ocorrem dentro dos silos durante o processo de carregamento e descarregamento. Para a revisão sistemática, como mecanismos de buscas dos trabalhos analisados, foram utilizadas as plataformas do SCOPUS, WEB OF SCIENCE e SCIENCE DIRECT. Observando os indicadores do SJR e JCR, assim como considerando o Qualis equivalente, ao final do processo de seleção foram inclusos 14 artigos julgados mais relevantes para o escopo do trabalho. Concluiu-se que ainda são incipientes as pesquisas sobre o assunto no meio científico. Isso reflete na realidade dos armazéns de grãos, pois, não raro, são grandes as imprecisões das informações de estoque.

**Palavras chave:** Grãos, Silo, Volume.

## Abstract

The importance of inventory control in warehouses is unquestionable, seeking excellence in the logistics management of companies. In the agricultural sector, silos are widely used for temporary storage of harvested grain. It turns out that an inaccurate amount of grain stored inside the silo is still a reality. In this regard, a state-of-the-art investigation into the amount of grain contained within a grain storage silo is needed. This paper is a systematic review of articles that seek to identify and understand, with the scientific community, experiments that were obtained seeking an accuracy of the volume of grains contained in a silo. In addition, we seek works that analyze the parameters (temperature, temperature, pressure and leakage), which interfere with the dynamics within the silos. We also searched for experiments aimed at understanding phenomena that occur inside silos during the loading and unloading process. As search engines of analyzed works, for systematic review were used as search platforms the SCOPUS, WEB OF SCIENCE and SCIENCE DIRECT. Observing the SJR and JCR indicators and considering Qualis equivalent, the final selection process included 14 articles deemed most relevant to the scope of the work. The conclusion is that research on the subject in the scientific environment is incipient. This reflects the reality of grain warehouses, as inaccuracies in inventory information are not uncommon.

**Key-words:** Grains, Silo, Volume.



## 1. INTRODUÇÃO

No contexto do agronegócio, assim como outros setores, é um imperativo a excelência na gestão dos estoques de grãos que, em sua maioria, são armazenados em silos de diversos tamanhos e formas nas unidades de armazenamentos das empresas que operam no setor de grãos. Em que pese o uso em larga escala dos silos para armazenamento dos grãos, os métodos existentes para medição interna do volume contido em um silo têm demonstrado erros consideráveis, os quais impactam na planejamento logístico, dificultando uma gestão de estoque.

Por gestão de estoque, HONG (2006, p. 36) entende que é “o planejamento do estoque, seu controle e sua retroalimentação sobre o planejamento”. Os custos de se manter o estoque são invariavelmente muito altos de modo que, sempre que possível, deve-se buscar maneiras de atenuar o efeito negativo no que diz respeito à falta de controle. Esse propósito está diretamente relacionado com o correto controle das compras, vendas, gestão da armazenagem, planejamento e controle de produção, dentre outros aspectos de alta complexidade de previsão.

Neste sentido, sabe-se que faz parte do planejamento das empresas elaborar estratégias baseadas em demandas futuras. Assim, não se deve prescindir de um planejamento de estoques adequado para uma gestão logística eficiente dentro do contexto do agronegócio. Isso fica ainda mais claro quando se leva em consideração os custos associados na manutenção adequada do estoque.

Para DIAS (2009, p. 284), “um eficiente sistema de controle de estoque é elemento básico em todas as fases de desenvolvimento, planejamento e administração das empresas comerciais e industriais”. Dessa esteira de pensamento, infere-se que o responsável em gerir o estoque deve dispor, a qualquer tempo, de informações precisas sobre o estoque de sua responsabilidade. Essa disponibilidade de dados e informação somente poderá ser alcançado quando a empresa dispuser de um sistema eficiente que possa fornecer os dados com a precisão almejada.

Por tudo isso, de modo a entender qual o estado da arte em relação aos métodos e parâmetros usados para aferição do volume contido em um silo, este trabalho pretende identificar e compreender, junto à comunidade científica, experimentos que porventura já tenham sido desenvolvidos visando a descoberta do volume em um silo. Esta revisão também tem como escopo a identificação de trabalhos que tenham como foco de pesquisa o entendimento dos diversos fenômenos que ocorrem dentro dos silos. É o caso da distribuição natural dos grãos dentro dos silos durante o seu carregamento e descarregamento, pois nestes momentos ocorrem a formação de superfícies disformes e cônicas, as quais inviabilizam um processo de medição preciso para o volume de grãos dentro do silo.



## 2. MÉTODOS

Tendo em vista o grande volume de informação disponível sobre trabalhos acadêmicos, é necessário dispor de meios que possam viabilizar uma pesquisa direcionada sobre um assunto específico. Tais meios, ao final da revisão, facilitarão a investigação e posterior conclusão sobre o estado da arte a respeito das pesquisas anteriormente desenvolvidas para verificação dos fenômenos ocorridos dentro de um silo e, assim, apoiarão projetos futuros na procura de métodos para aferição do volume de grãos dentro dos diversos tipos de silos hoje disponíveis na indústria.

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram feitas pesquisas em bancos de dados onde podem ser acessados artigos científicos publicados em jornais e revistas acadêmicas, os quais estão indexados de maneira intuitiva, podendo ser acessados através de palavras chaves com conectivos indexadores.

Como fonte das escolhas dos artigos, optou-se pelas plataformas de pesquisas *SCOPUS*, *WEB OF SCIENCE* e *SCIENCE DIRECT* disponíveis em seus sítios da internet conforme tabela 1 apresentada abaixo:

Plataforma De Pesquisa	Endereço Eletrônico
<i>Scopus</i>	<a href="https://www.scopus.com/home.uri">https://www.scopus.com/home.uri</a>
<i>Web of Science</i>	<a href="https://www-periodicos-capes-gov-br.ez48.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pmetabusca">https://www-periodicos-capes-gov-br.ez48.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pmetabusca</a>
<i>Science Direct</i>	<a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

Tabela 1 – Plataformas de pesquisa  
Fonte: Autoria própria

O primeiro, o *SCOPUS*, é um banco de dados de resumos e citações de artigos, que fornece uma visão geral dos 20 artigos mais citados nos últimos 3 anos sobre determinado assunto. Já o *WEB OF SCIENCE* fornece acesso baseado na indexação de vários bancos de dados, os quais abrangem citações de diversas áreas, para isso, disponibiliza uma ferramenta de pesquisa unificadora. Por último, o *SCIENCE DIRECT* é uma plataforma de pesquisa onde podem ser acessadas revistas científicas e e-books. O acesso aos resumos dos artigos é livre, já o texto completo de alguns é *pay-per-view*.

## 3. RESULTADOS

Deve-se determinar critérios para a escolha dos artigos que comporão a revisão. O processo de estabelecimentos de critérios de inclusão e exclusão tem como finalidade a construção da amostra de documentos.

Nas plataformas de pesquisa citadas anteriormente, foram feitas pesquisas



exploratórias, sem nenhum tipo de indexador ou palavra chave. Este método se demonstrou inviável, tendo em vista o gigantesco número de informações disponíveis nas bases *on-line* escolhidas para as pesquisas.

Decidiu-se então utilizar a metodologia de submissão de palavras chaves para filtrar os artigos de interesse na base de dados dos três sítios da internet, *SCOPUS*, *WEB OF SCIENCE* e *SCIENCE DIRECT*. Cabe esclarecer que não houve critérios de aceitação/exclusão com relação à língua na qual o artigo fora escrito, tampouco com um recorte temporal específico, apesar de se dar preferência aos artigos mais recentes.

Desta forma, dividiu-se a busca de modo a identificar (IDENTIFICAÇÃO) os artigos e depois de se refinar a busca com palavras de interesse para a seleção (ELEGIBILIDADE) dos artigos que passariam por uma triagem mais detalhada em um segundo momento. Chegou-se aos números conforme tabelas 2 a 4 a seguir:

Como resultados das Buscas no *SCOPUS* foram IDENTIFICADOS 11.567 artigos e ELEITOS 52 artigos (Tabela 2):

Termos Usados na Busca	Número Total de Artigos
Busca 01: SILO	11.567
Busca 02: SILO and VOLUME	447
Busca 03: SILO and VOLUME and GRAINS	52

Tabela 2 – Resultado das buscas no *SCOPUS*  
Fonte: Autoria própria

Como resultados das Buscas no *WEB OF SCIENCE* foram IDENTIFICADOS 7.248 artigos e ELEITOS 33 artigos (Tabela 3):

Termos Usados na Busca	Número Total de Artigos
Busca 01: SILO	7.248
Busca 02: SILO and VOLUME	217
Busca 03: SILO and VOLUME and GRAINS	33

Tabela 3 – Resultado das buscas no *WEB OF SCIENCE*  
Fonte: Autoria própria

Como resultados das Buscas no *SCIENCE DIRECT* foram IDENTIFICADOS 6.179 artigos e ELEITOS 44 artigos (Tabela 4):

Termos Usados na Busca	Número Total de Artigos
Busca 01: SILO	6.179
Busca 02: "SILO VOLUME"	44

Tabela 4 – Resultado das buscas no *SCIENCE DIRECT*  
Fonte: Autoria própria



Após a seleção feita através dos termos de busca conforme acima descrito, verificou-se que o número de artigos ainda era demasiadamente grande (*SCOPUS* 52, *WEB OF SCIENCE* 33 e *SCIENCEDIRECT* 44). Assim, continuou-se por uma seleção mais detalhada colocando-se como critério de aceitação/exclusão, artigos que, após a leitura dos títulos e dos resumos, estavam ou não diretamente relacionados com a intenção das buscas. Ou seja, foram aceitos os artigos que apresentassem métodos e/ou experimentos para a verificação do volume de grãos contidos dentro de um silo, bem como àqueles que analisassem parâmetros (densidade do grão, temperatura do ambiente interno e externo ao silo, pressão exercida nas paredes dos silos, entre outros) os quais, de alguma forma, pudessem influenciar na busca pelo mencionado volume.

A ordem da leitura dos títulos e resumos dos artigos seguiu a mesma ordem da apresentação das tabelas acima, qual seja, (*SCOPUS*, *WEB OF SCIENCE* e *SCIENCEDIRECT*). Sempre que se encontrava um artigo que já havia sido encontrado na plataforma anterior, este era retirado da lista, sendo este mais um critério de exclusão.

Um outro critério utilizado para aceitação/exclusão, foi verificar, na plataforma SUCUPIRA, o Qualis da revista onde o artigo fora publicado, fixando como fator delimitador para sua aceitação, os artigos com Qualis iguais ou superiores a B2 nas áreas Interdisciplinar, Ciência da Computação e afins.

Cabe aqui esclarecer que a plataforma SUCUPIRA da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) do Ministério da Educação disponibiliza uma ferramenta de pesquisa, Qualis Periódicos, a qual classifica a produção científica dos programas de pós-graduação referente aos artigos publicados em periódicos científicos, aferindo-se a qualidade dos artigos e outros tipos de produção.

No decorrer da seleção dos artigos, constatou-se que o número de artigos selecionado pelo critério qualitativo (Qualis B2) foi muito baixo para o que se propunha a revisão sistemática. Decidiu-se então pela aceitação de mais 4 artigos que, apesar do Qualis considerado baixo, tratavam de experimentos e métodos com relevância intrínseca para o cálculo do volume de grãos dentro de um silo.

No intuito de corroborar a qualidade da escolha dos artigos, além da consulta feita na plataforma SUCUPIRA, também decidiu-se pesquisar e avaliar, sempre que possível, os indicadores das revistas e periódicos nos sítios do SJR (Scimago Journal & Country Rank) e do JCR (JOURNAL CITATION REPORTS). Os endereços eletrônicos para pesquisa são mostrados na Tabela 5.

Plataforma De Pesquisa	Endereço Eletrônico
SJR	<a href="https://www.scimagojr.com/journalrank.php">https://www.scimagojr.com/journalrank.php</a>
JCR	<a href="http://login.webofknowledge.com">http://login.webofknowledge.com</a>

Tabela 5 – Plataformas de pesquisas de indicadores  
Fonte: Autoria própria



O SJR (Scimago Journal & Country Rank) é uma página na internet onde se pode ter acesso, de forma gratuita, aos indicadores sobre a biblioteca contida na base de dados *SCOPUS*. Tais indicadores estão relacionados à média do número de citações recebidas nos últimos 3 anos que antecedem o ano analisado, levando em consideração a origem da citação e o comportamento de citação de cada área do conhecimento.

O JCR (JOURNAL CITATION REPORTS), por sua vez, divulga anualmente o fator de impacto das revistas indexadas na coleção principal do *WEB OF SCIENCE*. Este fator de impacto é gerado analisando e comparando o desempenho de periódicos por meio de dados de publicação e de citação.

Ultrapassada a fase de escolha dos artigos, restou decidido que seriam analisados 6 artigos retirados do *SCOPUS*, 4 artigos extraídos do *WEB OF SCIENCE* e 4 do *SCIENCE DIRECT*.

Na figura 1, vê-se um gráfico de fluxo onde se sintetiza a estratégia e resultados para a inclusão dos artigos para esta revisão sistemática.

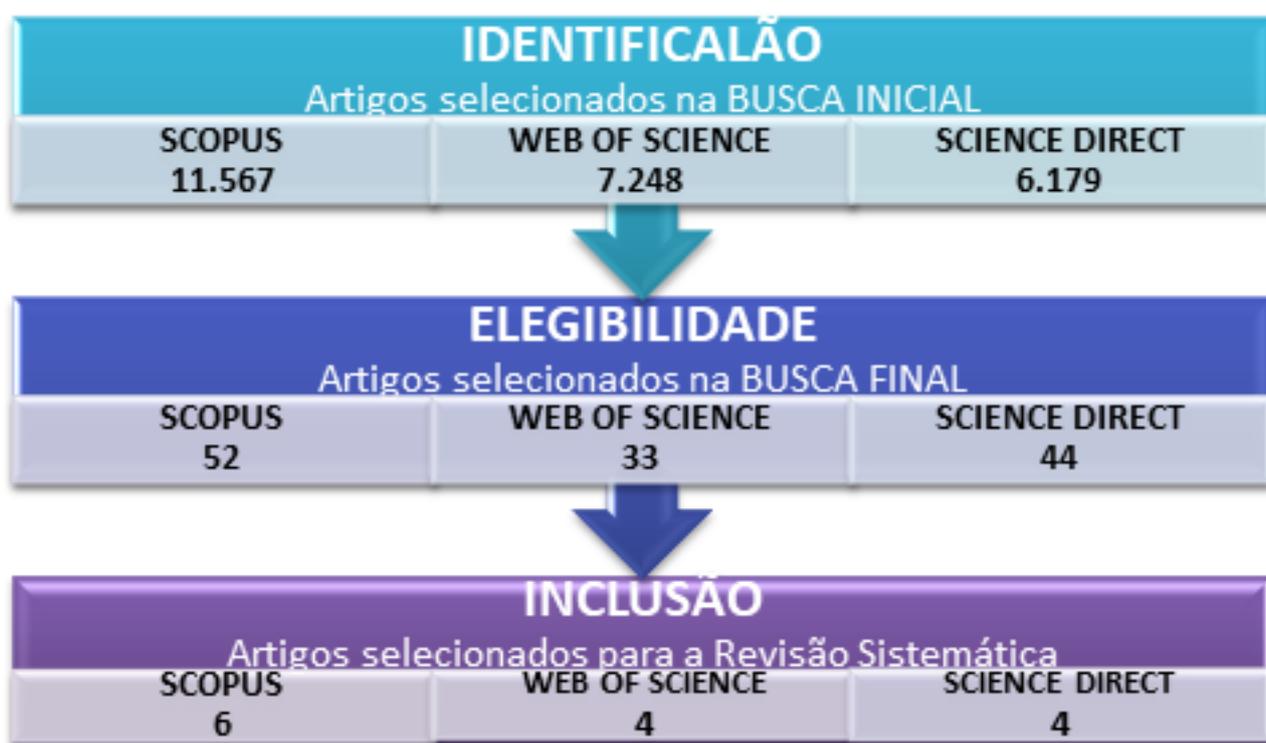


Figura 1 – Gráfico de fluxo para a inclusão dos artigos para esta revisão sistemática

O número de artigos eleitos para a revisão sistemática e suas classificações conforme o Qualis estão demonstradas nos gráficos das Figuras 2 e 3:

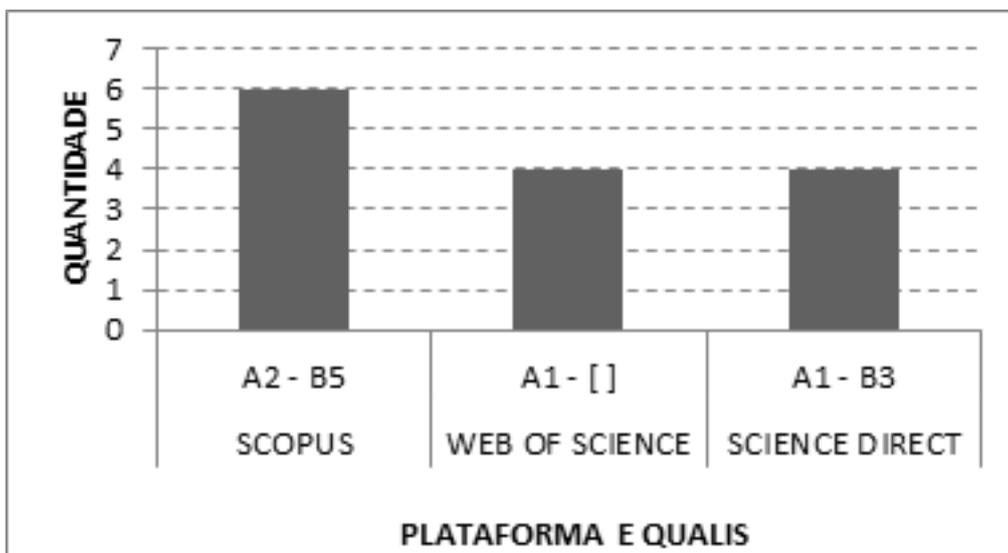


Figura 2 – Quantidade de artigos por plataforma de pesquisa

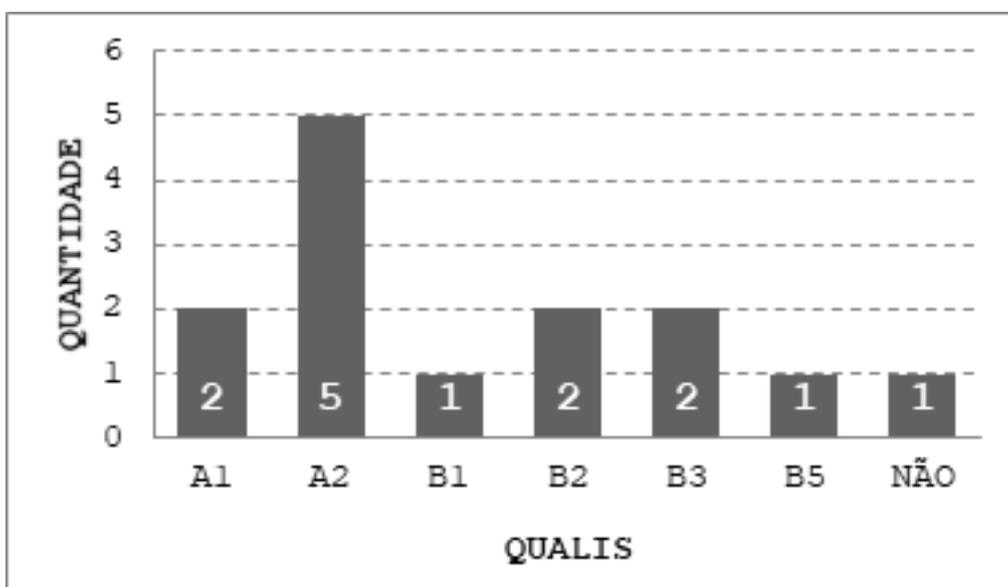


Figura 3 – Quantidade de artigos por Qualis

FONTE	QUALIS	ANO	REVISTA	TÍTULO DO ARTIGO
SCOPUS	A2	2018	COMPUTERS AND ELECTRONICS IN AGRICULTURE	A novel compressed sensing based quantity measurement method for grain silos
SCOPUS	A2	1982	JOURNAL OF DAIRY SCIENCE	Evaluation of a Model Laboratory Silo
SCOPUS	B1	2014	ACTA SCIENTIARUM - AGRONOMY	Effective engineering properties in the design of storage structures of postharvest dry bean grain
SCOPUS	B2	2017	TROPICAL GRASSLANDS-FORRAJES TROPICALES	A simple method for determining maize silage density on farms

SCOPUS	B3	2018	MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING	Investigation on the Non-Uniform Temperature Distribution of Large-Diameter Concrete Silos under Solar Radiation
SCOPUS	B5	2017	EPJ WEB OF CONFERENCES	Influence of particle size in silo discharge
WEB SCIENCE OF	A1	2017	SOFT MATTER	Outflow and clogging of shape-anisotropic grains in hoppers with small apertures
WEB SCIENCE OF	A2	2017	PHYSICAL REVIEW E	Surface depression with double-angle geometry during the discharge of grains from a silo
WEB SCIENCE OF	B2	2018	ACTA TECHNICA NAPOCENSIS SERIES-APPLIED MATHEMATICS MECHANICS AND ENGINEERING	Structural Analysis Of Corn Silo By Computing Vertical And Lateral Forces
WEB SCIENCE OF	NÃO	2016	2016 DYNAMICS OF SYSTEMS, MECHANISMS AND MACHINES (DYNAMICS)	Design of the granary technological process control subsystem for monitoring of the grain volume in a silo
SCIENCE DIRECT	A1	2009	JOURNAL OF FOOD ENGINEERING	Silo flow-pattern diagnosis using the tracer method
SCIENCE DIRECT	A2	2015	COMPUTERS AND ELECTRONICS IN AGRICULTURE	Simulation of silo filling and discharge using ANSYS and comparison with experimental data
SCIENCE DIRECT	A2	2017	BIOSYSTEMS ENGINEERING	Model for the prediction of grain density and pressure distribution in hopper-bottom silos
SCIENCE DIRECT	B3	2010	FLOW MEASUREMENT AND INSTRUMENTATION	Description of the silo flow and bulk solid pulsation detection using ECT

Tabela 6 – Relação dos artigos eleitos para a Revisão Sistemática  
Fonte: A autoria própria

Finalizadas as fases de IDENTIFICAÇÃO, ELEGIBILIDADE e INCLUSÃO, passou-se a uma leitura mais detalhada dos artigos para a montagem do panorama em que se encontram as pesquisas e experimentos conforme o escopo estabelecido para esta revisão.

Ao final do processo escolha, vê-se na tabela 6 os títulos dos artigos eleitos para a revisão sistemática. Na tabela pode ser correlacionada a respectiva plataforma de pesquisa, o Qualis, o ano de publicação e a revista onde os artigos foram publicados.

## 4. DISCUSSÃO



A partir dos resultados das leituras detalhada dos artigos eleitos, constata-se que são poucos os trabalhos que visam especificamente a mensuração do volume dentro de um silo. Apenas dois artigos foram encontrados com tal finalidade. Um deles foi encontrado na pesquisa feita na base da *SCOPUS* e outro na base da *WEB OF SCIENCE*.

O primeiro trabalho (YIGIT, 2018) é um experimento que se propõe à aferir o volume de grãos dentro de um silo lançando mão da adaptação de radares de passagem para medição de nível, montando para isso uma expressão heurística de volume usando a altura de cada ponto da superfície de grãos dentro de um silo de teste comercial.

Já o segundo trabalho (ASTAPENCKO et al., 2016) propõe o desenvolvimento de um sistema automatizado de informações para o monitoramento de um silo com base em medições de parâmetros de imagem tridimensionais (3D). Para isso, o trabalho apresenta os algoritmos, métodos e meios de processamento de informações sobre as coordenadas espaciais dos pontos de superfície formados no silo como resultado de seu preenchimento. O trabalho não limita a maneira como a nuvem de pontos da superfície dos grãos poderá ser tomada. Porém essa informação é essencial para a delimitação da superfície de grãos e, os autores, afirmam que os pontos podem ser tomados de forma manual ou por meio de dispositivos sensoriais (lidar, telêmetros, etc.). Quanto mais densa for a nuvem de pontos, maior será o resultado dos cálculos. Em contrapartida, a maior quantidade de pontos aumenta sobremaneira o processamento necessário para o tratamento dos dados gerando uma informação consistente e precisa.

Com exceção dos dois trabalhos citados acima, os demais artigos tratam de assuntos correlatos ao objetivo primordial desta revisão sistemática, ou seja, encontrar pesquisas relacionadas ao estudo do volume de grãos dentro do silo. Estes trabalhos, apesar de não tratarem especificamente do volume de grãos, ajudarão pesquisadores que se propuserem a estudar sobre a mensuração do volume dentro do silo ou ao estudo dos parâmetros e fenômenos que ocorrem internamente nos silos.

Os parâmetros estudados nos artigos são: densidade, temperatura, pressão e vazão dos grãos. Também, como foi dito, foram observados que existem alguns experimentos que restaram na elaboração de artigos que analisam o comportamento dos grãos dentro do silo, bem como a formação de superfícies cônicas no momento do seu carregamento e descarregamento.

Outro artigo, (HAG et al., 1982), que apesar de ser mais antigo, foi escolhido devido ser um estudo de grande interesse para esta revisão, pois trata especificamente da verificação de diversos parâmetros em um silo teste especificamente desenvolvido para este fim.

## 5. CONCLUSÃO

Como resultado da revisão sistemática, pode-se ter uma visão mais clara de como se encontram os estudos científicos na área em que se decidiu pesquisar. Podendo agora ter uma visão do estado da arte em relação às pesquisas voltadas para a mensuração do volume contido dentro de um silo. Chegando à conclusão de que ainda são incipientes as pesquisas sobre assunto no meio científico. Isso parece ter reflexo evidente na realidade dos armazéns de grãos, pois são grandes as imprecisões das informações de estoque.

Verificou-se que existem ferramentas que ajudam no desenvolvimento de uma pesquisa de forma mais eficaz e organizada, como exemplo, citam-se as ferramentas de buscas usadas para a investigação neste trabalho. São ferramentas de fácil aprendizagem e uso amigável. Tais ferramentas devem ser utilizadas de modo crítico, ou seja, antes do seu uso, é imprescindível um bom planejamento do modo e o que se pretende investigar.

Esta revisão sistemática contribui para um enquadramento teórico e dá suporte a análise de dados para futuras pesquisas. Como trabalho de revisão, pode ser usado e disseminado na comunidade acadêmica ajudando na formulação de questões e tomadas de decisões, formando assim o conhecimento sobre as pesquisas já realizadas sobre a mensuração de volume dentro de um silo.

## REFERÊNCIAS

ASHOUR, A. et al. Outflow and clogging of shape-anisotropic grains in hoppers with small apertures. **Soft Matter**, [s.l.], v. 13, n. 2, p.402-414, 2017. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/c6sm02374f>.

ASTAPENKO, N. V.; KOSHEKOV, K. T.; PETROV, P. A.. Design of the granary technological process control subsystem for monitoring of the grain volume in a silo. 2016 Dynamics Of Systems, Mechanisms And Machines (dynamics), [s.l.], nov. 2016. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/dynamics.2016.7818971>.

BOGREKCI, Ismail; SUCUOGLU, Hilmi; DEMIRCI OGLU, Pinar; TURHANLAR Ogulcan. Structural Analysis of Corn Silo by Computing Vertical and Lateral Forces. **Acta Technica Napocensis Series-Applied Mathematics Mechanics and Engineering**. v. 61. n 03. 2018.

CHENG, Xuduo et al. Model for the prediction of grain density and pressure distribution in hopper-bottom silos. **Biosystems Engineering**, [s.l.], v. 163, p.159-166, nov. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.09.006>.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão**. 6. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2009.

GALLEGO, Eutiquio; RUIZ, Angel; AGUADO, Pedro J.. Simulation of silo filling and discharge using ANSYS and comparison with experimental data. **Computers And Electronics In Agriculture**, [s.l.], v. 118, p.281-289, out. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2015.09.014>.

GELLA, Diego; MAZA, Diego; ZURIGUEL, Iker. Influence of particle size in silo discharge. **Epj Web Of Conferences**, [s.l.], v. 140, 2017. EDP Sciences. <http://dx.doi.org/10.1051/epjconf/201714003021>.

GRUDZIEN, Krzysztof et al. Description of the silo flow and bulk solid pulsation detection using ECT. **Flow**



**Measurement And Instrumentation**, [s.l.], v. 21, n. 3, p.198-206, set. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2009.12.006>.

HAG, M.g. El et al. Evaluation of a Model Laboratory Silo. **Journal Of Dairy Science**, [s.l.], v. 65, n. 2, p.250-258, fev. 1982. American Dairy Science Association. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(82\)82184-x](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(82)82184-x).

HONG, Yuh Ching. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada: supply chain**. 3. ed. São Paulo, SP: Atlas, c2006.

JOB, Nathalie; DARDENNE, Albert; PIRARD, Jean-paul. Silo flow-pattern diagnosis using the tracer method. **Journal Of Food Engineering**, [s.l.], v. 91, n. 1, p.118-125, mar. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.08.010>.

KIBAR, Hakan; ÖZTÜRK, Turgut; TEMIZEL, Kadir Ersin. Effective engineering properties in the design of storage structures of postharvest dry bean grain. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [s.l.], v. 36, n. 2, p.147-159, 29 abr. 2014. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v36i2.19394>.

KRÜGER, Ana Maria et al. A simple method for determining maize silage density on farms. **Tropical Grasslands-forrajes Tropicales**, [s.l.], v. 5, n. 2, 2017. Centro Internacional de Agricultura Tropical. [http://dx.doi.org/10.17138/tgft\(5\)94-99](http://dx.doi.org/10.17138/tgft(5)94-99).

PACHECO-VÁZQUEZ, F.; RAMOS-REYES, A. Y.; HIDALGO-CABALLERO, S.. Surface depression with double-angle geometry during the discharge of grains from a silo. **Physical Review e**, [s.l.], v. 96, n. 2, 8 ago. 2017. American Physical Society (APS). <http://dx.doi.org/10.1103/physreve.96.022901>.

YIGIT, Enes. A novel compressed sensing based quantity measurement method for grain silos. **Computers And Electronics In Agriculture**, [s.l.], v. 145, p.179-186, fev. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2017.12.041>.

ZHAO, Liang; YANG, Zhiyong; WANG, Lijie. Investigation on the Non-Uniform Temperature Distribution of Large-Diameter Concrete Silos under Solar Radiation. **Mathematical Problems In Engineering**, [s.l.], v. 2018, p.1-16, 23 out. 2018. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2018/5304974>.



**PESQUISAS E INOVAÇÕES  
ENVOLVENDO FARINHA DE TRIGO:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA  
LITERATURA**

RESEARCH AND INNOVATIONS INVOLVING WHEAT FLOUR: A  
SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

**Jandrei Sartori Spancerski**  
**José Airton Azevedo dos Santos**  
**Carla Adriana Pizarro Schmidt**  
**Lucas Marujo**  
**Marcelo Anderson Carlet**

## Resumo

O objetivo central desse artigo foi de analisar publicações científicas, visando a obtenção de dados suficientes para determinar que tipos de problemas mais afetam o setor industrial que se utiliza da farinha de trigo e se técnicas de inteligência artificial estão sendo utilizadas para solucionar esses problemas. Para tal, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura, de artigos científicos disponíveis nos bancos de dados Science Direct e Google Scholar, seguindo regras de busca, inclusão de fontes e exclusão, previamente estabelecidos. Os artigos selecionados forneceram informações relevantes quanto a que tipo de problemática as pesquisas recentes estão focadas em solucionar, bem como quais técnicas de inteligência artificial vêm sendo empregadas. A síntese dos dados coletados permitiu uma visão sistemática da área de estudo da farinha de trigo.

**Palavras chave:** Farinha de Trigo, Inteligência Artificial, Produção de Conhecimento.

## Abstract

The main objective of this paper was to analyze scientific publications in order to obtain sufficient data to determine which types of problems most affect the industrial sector that uses wheat flour and whether artificial intelligence techniques are being used to solve these problems. For this, a Systematic Literature Review of scientific articles available in the Science Direct and Google Scholar databases was carried out, following previously established search, inclusion and exclusion rules. The selected articles provided relevant information as to what type of issues recent research is focused on solving, as well as which artificial intelligence techniques are being employed. The synthesis of the collected data allowed a systematic view of the study area of wheat flour.

**Key-words:** Wheat Flour, Artificial Intelligence, Industry.



## 1. INTRODUÇÃO

Conforme a definição de Dresch, Lacerda e Júnior (2015), a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é uma das etapas fundamentais para o desenvolvimento de pesquisas científicas, pois é a partir desta que se realiza a identificação e apresentação de pesquisas pertinentes que foram desenvolvidas em determinada área, possibilitando assim que o pesquisador tenha uma visão ampla do cenário no qual pretende desenvolver seus estudos.

A presente RSL foi desenvolvida com base em um processo separado por três fases distintas, porém complementares, sendo que cada fase possui pacotes de trabalho a serem cumpridos. Na primeira fase, os pacotes de trabalho são quatro, sendo o primeiro a definição dos objetivos e quais as questões que queremos responder com a pesquisa, precedido das fontes de busca, da definição da palavra-chave de busca e da definição dos critérios de inclusão, exclusão e qualidade dos artigos.

A segunda fase trata-se da apresentação dos resultados obtidos pela busca, através de números e imagens. A última fase é composta pela aplicação dos critérios de qualidade definidos na fase inicial, análise de todo o material coletado e síntese do conteúdo.

O intuito do presente artigo foi de levantar e analisar os dados referentes às pesquisas mais recentes relacionadas à farinha de trigo utilizadas na indústria, principalmente utilizando-se de técnicas de machine learning, trazendo à tona quais os maiores e que tipo de problemas que as mesmas desejam solucionar. Para tanto, realizou-se uma pesquisa de RSL disponível nos motores de busca científicos. A análise foi realizada com base apenas em artigos científicos, tanto nacionais quanto internacionais, publicados no período entre 2015 e 2019, formando assim uma base das mais recentes e relevantes pesquisas na área.

## 2. CONTEXTUALIZAÇÃO

De acordo com Brasil (1996, p.1), “entende-se por farinha de trigo o produto obtido a partir da espécie *Triticum seativan* ou de outras espécies do gênero *Triticum* reconhecidas (exceto *Triticum durum*)”, obtida através do processo de moagem.

Esta farinha gerada a partir da moagem dos grãos de trigo beneficiados possui empregos diversos, tanto domésticos quanto industriais, pois com ela faz-se desde ração para animais até bolos, biscoitos e massas, ou seja, a farinha de trigo é um ingrediente presente na alimentação da população do mundo inteiro (SOUZA et al.,



2019).

Com base nessas informações, é evidente que avanços científicos com relação à farinha de trigo e outros insumos alimentares geram impacto na cadeia produtiva, e identificar esses avanços agrega valor para pesquisas futuras, afinal, Dresch, Lacerda e Júnior (2015) indicam que as RSL são balizadoras para se ter uma visão abrangente das áreas de pesquisa, sendo que apresentam o que é relevante em cada meio, evitando o desenvolvimento de trabalhos que não geram impacto positivo no meio científico ou profissional.

O objetivo central deste estudo foi de analisar os dados referente à pesquisas que envolvam a farinha de trigo, buscando evidências para identificação de oportunidades de pesquisa, abordagens, processos e métodos utilizados em pesquisas relacionadas à essa área, com enfoque na parte industrial.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Uma revisão sistemática pode ser classificada como uma pesquisa bibliográfica a qual de acordo com Mattar (2017) é um tipo de pesquisa que pode ser realizado em todos os tipos de materiais científicos disponíveis, porém na era digital com a informatização das referências aumentou-se muito a facilidade de realização e a deixou mais rápida, pois na informação eletrônica pode-se pesquisar por palavras e assuntos, com a possibilidade de aplicação dos mais diversos filtros de informações.

Visando a clarificação dos conceitos e o norteamento das etapas subsequentes deste estudo, foram definidas três questões para a pesquisa:

- a) Quais pesquisas envolvendo farinha de trigo estão sendo realizadas?
- b) Existem pesquisas envolvendo inteligência artificial nessa área?
- c) Quais as oportunidades de trabalhos futuros sugeridos pelos autores dos artigos?

Para uma busca mais assertiva de fontes que se relacionam com o assunto do presente trabalho, procurou-se um conjunto de palavras-chave que conseguissem permear as três questões norteadoras.

Para tal, identificou-se que os termos “farinha de trigo”, “aprendizado de máquina” e “indústria” atendem aos critérios supracitados, sendo que para os motores de busca científicos, os termos foram colocados em inglês, sendo “wheat flour”, “machine learning” e “industry”, respectivamente.



Com relação aos motores de busca científicos, foram elencados o Science Direct (<https://www.sciencedirect.com/>), base de dados ligada à Elsevier, e o Google Scholar (<https://scholar.google.com/>), por serem motores de busca gratuitos e que não necessitam de nenhum mecanismo de autenticação para realizar as buscas.

### 3.1. Avaliação dos artigos

Os critérios adotados para realizar a inclusão de fontes foram:

- a) ser artigo científico de pesquisa;
- b) ter sido publicado no período de 2015 e 2019;
- c) ser relacionado a área de pesquisa do presente artigo.

Em contrapartida, para exclusão de fontes:

- a) artigos que na leitura do resumo não apresentaram uma boa qualidade.

Com relação à qualidade e relevância, as publicações selecionadas foram criadas de acordo com o Qualis interdisciplinar da revista e fator de impacto pelo SJR, além do assunto abordado, sendo diretamente relacionado à farinha de trigo e inteligência artificial os de maior peso, em alguns momentos os filtros das ferramentas de busca em relação a relevância foram utilizados.

### 3.2. Busca e seleção de artigos para a RSL

O processo de busca da fonte, inclusão e exclusão de artigos se dá de forma natural, sendo simultânea em alguns momentos. Esse processo pode ser melhor entendido no decorrer desse trabalho.

Em um primeiro momento, a busca na base de dados utilizando o conjunto de palavras-chave definida é utilizado, já aplicando os primeiros filtros para atender os critérios de período de busca (critério b de inclusão) e tipo de arquivo buscado (critério a de inclusão). Dessa forma, o primeiro grande grupo de artigos potenciais para utilização na presente revisão foi encontrado.

A busca no conjunto de palavras-chave na base de dados Science Direct retornou 6 resultados, aplicando-se os filtros de busca para o período e tipo de fonte, conforme representado na Figura 1.

Complementarmente, a busca foi realizada no Google Scholar, tendo como retorno 7290 resultados, sendo que foram aplicados os filtros exigidos pelas regras



de inclusão de artigos. Como, neste caso, os resultados foram massivos, os autores decidiram fazer a busca apenas até a terceira página de resultados, sendo que foi aplicado o filtro de relevância disponível no buscador, conforme a Figura 2.

The screenshot shows the ScienceDirect search interface. At the top, the ScienceDirect logo is on the left, and 'Journals & Books', 'Create account', and 'Sign in' are on the right. The search bar contains the query: "wheat flour" AND "machine learning" AND "industry". Below the search bar, it says '6 results' and 'sorted by relevance | date'. On the left, there are filters for 'Refine by: Years' (2019 (1), 2018 (1), 2017, 2016 (2), 2015 (2)) and 'Article type' (Review articles (1), Research articles (6), Encyclopedia (1), Book chapters (4)). The main content area shows two search results. The first is a research article titled 'Multi-target prediction of wheat flour quality parameters with near infrared spectroscopy' by Sylvio Barbon Junior et al. The second is a research article titled 'A simple and practical control of the authenticity of organic sugarcane samples based on the use of machine-learning algorithms and trace elements determination by inductively coupled plasma mass spectrometry' by Rommel M. Barbosa et al. There is a 'Sign in' button and a 'Feedback' link.

Figura 1 – Captura da tela de busca no banco de dados Science Direct  
Fonte: Aatoria Própria (2019)

The screenshot shows the Google Acadêmico search interface. The search bar contains the query: 'wheat flour + machine learning + industry'. Below the search bar, it says 'Artigos' and 'Aproximadamente 7.290 resultados (0,09 s)'. On the left, there are filters for 'Classificar por relevância', 'Classificar por data', 'Em qualquer idioma', 'Pesquisar páginas em Português', 'Incluir patentes', 'Incluir citações', and 'Criar alerta'. The main content area shows three search results. The first is 'Predicting consumer healthy choices regarding type 1 wheat flour' by M Fiore et al. The second is 'Multi-target prediction of wheat flour quality parameters with near infrared spectroscopy' by SB Junior et al. The third is 'Terahertz Spectroscopy Determination of Benzoic Acid Additive in Wheat Flour by Machine Learning' by X Sun et al. There is a 'Meu perfil' link in the top right.

Figura 2 – Captura da tela de busca no banco de dados Google Scholar  
Fonte: Aatoria Própria (2019)

Dentre as buscas supracitadas, foram selecionados 12 artigos para leitura, dado que os mesmos artigos apresentados pela plataforma Science Direct também foram apresentados pelo Google Scholar, sendo que os demais foram eliminados pelo critério de inclusão c, apresentado no item 5 deste trabalho.

Os artigos selecionados que suportam todas as regras de inclusão estão indi-

cados no Quadro 1.

Número	Título do Artigo	Ano	Revista	SJR	Qualis
1	Predicting consumer healthy choices regarding type1 wheat flour	2017	British Food Journal	0,49 H 69	B1
2	Evaluation of spectral imaging for inspection of adulterants in terms of common wheat flour, cassava flour and corn flour in organic Avatar wheat ( <i>Triticum spp.</i> ) flour	2017	Journal of Food Engineering	1,28 H 156	A1
3	Multi-target prediction of wheat flour quality parameters with near infrared spectroscopy	2019	Information Processing in Agriculture	0,57 H 13	N/A
4	Modern practical convolutional neural networks for multivariate regression: applications to NIR calibration	2018	Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems	0,74 H 109	A2
5	A simple and practical control of the authenticity of organic sugarcane samples based on the use of machine-learning algorithms and trace elements determination by inductively coupled plasma mass spectrometry	2015	Food Chemistry	1,77 H 221	A1
6	Improving the baking quality of bread wheat using rapid tests and genomics: The prediction of dough rheological parameters by gluten peak indices and genomic selection models	2017	Journal of Cereal Science	1,05 H 101	A2
7	GlutoPeak profile analysis for wheat classification: skipping the refinement process	2017	Journal of Cereal Science	1,05 H 101	A2
8	Discovery of food identity markers by metabolomics and machine learning technology	2019	Scientific Reports	1,41 H 149	A1
9	Prediction of properties of wheat dough using intelligent deep belief networks	2017	Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence	0,39 H 36	N/A
10	A rapid classification of wheat flour protein content using artificial neural network model based on bioelectrical properties	2018	Telkomnika	0,28 H 16	N/A



11	Computer vision system for characterization of pasta (noodle) composition	2018	Journal of Electronic Imaging	0,24 H 60	N/A
12	Utilising near-infrared hyperspectral imaging to detect low-level peanut powder contamination of whole wheat flour	2019	Biosystems Engineering	0,83 H 95	A2

Quadro 1 – Artigos selecionados e informações de impacto científico para a Revisão Sistemática da Literatura.

Fonte: Autoria Própria (2019)

A respeito dos dados apresentados no Quadro 1, a Qualis apresentada é referente à área interdisciplinar, dado a natureza da pesquisa que envolve a área da computação, alimentos e produção, sendo que as apresentadas como N/A são as não avaliadas nesta área.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos selecionados foram suficientes para demonstrar a diversidade da pesquisa relacionada à área deste trabalho. Em busca da resposta da primeira pergunta, podemos verificar que de uma certa forma, o enfoque nas pesquisas com farinha de trigo é relacionado ao ambiente laboratorial, tomando medidas desde segurança alimentar, qualidade do produto até otimização de cozimento com a farinha.

Conforme abordado por Su e Sun (2016), que tomaram uma abordagem pela área da segurança alimentar, o mercado busca por um método eficiente que garanta a autenticidade do alimento consumido, sendo que os mesmos utilizaram-se da imagem espectral, obtida pela análise de espectrofotometria (método de análise que se utiliza da medição da absorção da luz por soluções, neste caso, farinha e água), para identificar adulteração de farinha, complementada com farinhas diferentes e de custo menor, mas que geram diferenças significativas quanto à segurança alimentar. Para tratar as imagens espectrais, os mesmos utilizaram modelos matemáticos para realizar regressão parcial dos mínimos quadrados, além de análise dos componentes principais e análise multivariada. O sucesso do trabalho foi de autenticar as amostras com 75% de certeza.

Um dos motivos da assertividade possuir um percentual baixo é o grande número de fatores de influência, sendo que fica impossível realizar o reconhecimento da origem das diferenças entre as adulterações possíveis. Para corrigir este problema, os pesquisadores sugeriram realizar uma abordagem diferente para descobrir as adulterações, buscando controlar mais variáveis que as controladas no estudo, mas utilizando-se de classificadores robustos, gerados com inteligência artificial (SU; SUN, 2016).

Ainda na linha de segurança alimentar, mas agora com um enfoque pelo consumidor, Fiore et al. (2017) investigou os atributos comumente observados às características da farinha de trigo em uma compra (tipo de farinha, embalagem, preço, quantidade em um pacote), implementando um modelo preditivo para a compra, mas que tome decisões corretas sem a necessidade da intervenção de um especialista humano. Os pesquisadores utilizaram-se de mineração de dados para obterem resultados sobre o comportamento de compra da população italiana, informação retirada de um formulário online que os autores elaboraram. O modelo estatístico de comportamento de compra foi realizado utilizando técnicas de aprendizado de máquina. Os resultados obtidos foram basicamente relacionados ao marketing, sendo que descobriram a preferência pela utilização da farinha "tipo 1" dos consumidores, mesmo esses não sabendo quais os benefícios que este tipo de farinha traz em comparação com os demais.

Um trabalho realizado também com segurança alimentar e na área de autenticidade de alimentos, mas com cana-de-açúcar ao invés de farinha de trigo, utilizou algoritmos de aprendizado de máquina para determinar traços de elementos por espectrofotometria. Os resultados obtidos podem ser utilizados em outros alimentos também, sendo que a precisão encontrada foi de 95,4% para a rede neural (BARBOSA et al., 2015).

O sistema de visão computacional também é utilizado como método em pesquisas com farinha de trigo, principalmente quando trata-se de produtos, como no trabalho elaborado por Mastelini et al. (2018), que com este método realizou previsões de três componentes diferentes em macarrão (massas), sendo a quantidade de proteína de soja hidrolisada, frutoligossacarídeo e farinha de trigo. As imagens utilizadas foram microscópicas, de cada tipo de massa preparada pelos pesquisadores, sendo que estas foram pré-processadas e segmentadas, permitindo assim extrair os recursos da imagem para colocar como entrada em quatro algoritmos de aprendizado de máquina, sendo eles a rede neural artificial perceptron multicamada, máquina de aumento de gradiente, máquina de vetor de suporte e floresta aleatória. Os resultados foram satisfatórios para quantidade de farinha e proteína de soja hidrolisada. Como trabalhos futuros, os autores sugeriram a adoção de outras estratégias para a seleção de características, para poder encontrar um equilíbrio entre custos computacionais e desempenho na previsão.

Já o trabalho de Malegori et al. (2017) utilizou o teste GlutoPeak para prever a qualidade da farinha de trigo medindo as propriedades da agregação de glúten em pouco tempo, usando uma amostra em pequena quantidade, focando em farinhas de grãos integrais. O tratamento e exploração de dados foi realizado pela Análise de Componentes Principais. O resultado foi de um acerto na previsão de 81,8% para farinhas de grãos integrais, sendo que realizando o teste GlutoPeak diretamente nesta farinha, não há necessidade de realizar o processo de refinamento para realizar a previsão da qualidade. Porém, os pesquisadores reconhecem a necessidade de realizar mais estudos na área, com tipos de farinha de grãos diferentes, inclusive mais repetições do estudo apresentado.



Realizar testes rápidos ou utilizar-se de modelos de seleção genômica baseando-se em marcadores moleculares ao invés de realizar testes visco-elásticos para medir a qualidade do cozimento de massas foi o objetivo de um dos estudos elencados para essa revisão. A ideia foi de realizar esses testes e comparar uns com os outros por meio de validação cruzada em uma rede neural perceptron multicamadas, uma das muitas técnicas de inteligência artificial. As previsões que se basearam nos índices de pico de glúten (resultado obtido pela análise laboratorial de glúten de amostras de farinha, sendo que das amostras de um mesmo trigo, é considerado aquele que resultou o maior valor) superaram todos os outros testes realizados na pesquisa, resultando uma precisão de 82% de assertividade (MICHEL et al., 2017).

Voltando a tratar sobre segurança alimentar, Erban et al. (2019) utilizou a técnica de aprendizagem de máquina da floresta aleatória para descobrir marcadores metabólicos não direcionados de biscoitos, modo de rastrear os marcadores genéticos e proteicos de alimentos. A tecnologia de floresta randômica obteve excelentes resultados, com um erro geral de 6,7%, muito inferior ao tradicional utilizado no mercado. Um dos pontos que os pesquisadores indicaram é sobre a supervisão humana, pois embora o erro seja baixo, deve-se sempre tratar os dados antes da sua utilização no modelo gerado. Como trabalhos futuros, os autores recomendaram a combinação do modelo de floresta randômica com tecnologias de análise de dados e testes adicionais, inclusive com outros alimentos.

Técnicas de Deep Learning também são utilizadas para determinar propriedades reológicas e químicas de massas de trigo, sendo que para realizar esta previsão, gordura, carboidratos, cinzas, umidade e temperatura de cozimento foram consideradas entradas, enquanto viscosidade da massa e percentuais de proteínas foram as saídas. A técnica de inteligência artificial em questão é a de rede neural profunda sendo que cada camada é ajustada por uma rede restrita de máquinas de Boltzmann (RBM), onde o ajuste fino da rede neural profunda é realizado por backpropagation (em tradução livre, retropropagação). Este artigo gerou um novo algoritmo, sendo que os erros entre saídas preditas e reais são menores quando comparados aos do modelo convencional (GUHA et al., 2017).

Técnicas convencionais de análise proteica são, de modo geral, trabalhosas e dispendiosas. Uma forma mais rápida para se fazer isso é utilizando a espectroscopia de infravermelho próximo (NIR), que de acordo com Barbon Junior et al. (2019), é uma tecnologia analítica utilizada para a caracterização não destrutiva de diversas amostras orgânicas, que considera atributos tanto qualitativos quanto quantitativos.

Cui e Fearn (2018) investigaram a utilização de redes neurais convolucionais (CNN) em comparação com os modelos tradicionais de regressão multivariada para realizar as previsões dos resultados por infravermelho próximo (NIR). O resultado foi que as CNN obtiveram resultados com maior precisão e menos ruído, pois justamente a camada convolucional do modelo encontra automaticamente o filtro



de pré-processamento espectral adequado em todo o conjunto de dados, economizando esforços no treinamento do modelo.

Em um segundo estudo, Barbon Junior et al. (2019) utilizaram da previsão Multialvo (MT) e algoritmos de aprendizado de máquina como estratégia para melhorar o desempenho das previsões realizadas pela técnica NIR de farinha de trigo. Support Vector Machine (SVM), Floresta Aleatória (RF) e Regressão Linear (LR) foram as técnicas de aprendizado de máquina utilizadas em um conjunto de dados composto por espectros NIR de farinhas de trigo para a previsão de parâmetros relacionados à qualidade. A combinação de todas as técnicas e preditores de MT resultou em uma melhoria no desempenho preditivo de 7% quando comparadas com abordagens de alvo único.

Como a NIR é uma tecnologia amplamente utilizada no mercado, também existem estudos na área de segurança alimentar que fazem uso dela, como no caso da utilização da NIR de imagem hiperespectral para detectar baixos níveis de contaminação por pó de amendoim, principalmente em farinhas de trigo integrais. O modelo de inteligência artificial aplicado foi o de regressão de mínimos quadrados parciais, obtendo coeficientes de 99,3% e 25,1% de erro quadrático médio de predição. Em resumo, o trabalho confirmou que a metodologia de NIR pode ser aplicada para identificar contaminações de baixo nível de pó de amendoim, sendo que como continuação do trabalho, os autores recomendaram testar a detecção de contaminação por outros ingredientes com este mesmo método (ZHAO et al., 2019).

Em contrapartida, pesquisas mais recentes buscam uma forma alternativa de se obter os resultados que a técnica de NIR oferece, dado que a última possui um custo elevado. Uma das alternativas é trazida por Sucipto et al. (2018), a de realizar as medições das propriedades bioelétricas (ao aplicar tensão através de eletrodos na massa, ela retorna uma curva de corrente elétrica específica, permitindo correlacionar atributos qualitativos e quantitativos de alimentos). Os autores apresentaram um estudo preliminar deste novo método, que é rápido tanto quanto a técnica de NIR para modelagem classificada de teor de proteína, sendo no estudo em questão feita com farinha de trigo, com base nas propriedades bioelétricas.

Uma Rede Neural Artificial (RNA) com ajuste por backpropagation foi desenvolvida para realizar a classificação do teor de proteínas da farinha. As entradas da RNA eram diversas propriedades bioelétricas, como a resistência e a capacitância e a saída era um dos tipos de farinha de trigo usadas no trabalho, sendo farinha dura, média ou macia. Os resultados mostraram que o modelo da RNA é capaz de realizar esta classificação com sucesso, apresentando uma correlação de regressão (valor de R) de 97,74%. Sendo assim, mesmo preliminar, esta nova técnica se mostrou assertiva, com o bônus de ser mais econômica, tendo o potencial de ser utilizada como instrumento básico para estimar o teor de proteínas em farinha de trigo. Como trabalhos futuros, os autores apontaram a utilização desta técnica com outros insumos, sem esquecer de aprofundar ainda mais o estudo realizado



(SUCIPTO et al., 2018).

Em resposta às questões norteadoras da pesquisa, os estudos envolvendo farinha de trigo são basicamente realizadas para processos de laboratório, sendo que das pesquisas encontradas, apenas uma foi sobre perfil consumidor. Dentre os artigos apresentados, todos se utilizaram de técnicas de inteligência artificial, sendo 83,33% de aprendizado de máquina e 16,67% apenas de mineração de dados.

Quanto aos trabalhos futuros, nem todos os autores deixaram de forma explícita a continuidade ou possibilidade de novas pesquisas para complementar a desenvolvida por cada um, porém, dos que apresentaram, deixaram claro a importância do aprofundamento na área principalmente de aprendizado de máquina, relacionando-a com mineração de dados, para obter melhores resultados e informações mais densas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma forma geral, os artigos selecionados na presente pesquisa são suficientes para uma interpretação do quadro geral das pesquisas na área industrial de farinha de trigo, com enfoque na área de inteligência artificial.

Com relação aos demais assuntos de interesse da presente pesquisa, crê-se que os resultados da busca foram relevantes, pois permitiram entender que existe uma carência em pesquisas da aplicação da farinha diretamente na produção de alimentos, pois apenas dois artigos, 16,67% do amostrado, foram relacionados à um produto oriundo da farinha de trigo.

O fato da palavra-chave de busca e da aplicação de filtros ter retornado trabalhos com diferentes enfoques a respeito do tema mostra a diversidade da área de pesquisa em questão, sendo que se pode perceber uma evolução gradual nas pesquisas, tanto nas técnicas de aprendizado de máquina quanto na evolução dos experimentos realizados em laboratório.

Como continuidade do presente trabalho, indica-se a pesquisa com farinha de trigo na área industrial, que gere impacto direto na produção de determinados produtos, pois assim a área de aplicação de inteligência artificial extrapola os limites dos laboratórios.

## REFERÊNCIAS

- BARBON JUNIOR, Sylvio et al. Multi-target prediction of wheat flour quality parameters with near infrared spectroscopy. **Information Processing In Agriculture**, [s.l.], p.1-13, jul. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.inpa.2019.07.001>.
- BARBOSA, Rommel M. et al. A simple and practical control of the authenticity of organic sugarcane samples based on the use of machine-learning algorithms and trace elements determination by inductively coupled plasma mass spectrometry. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 184, p.154-159, out. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.146>.
- BRASIL. Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996. Ministério da Saúde: Secretaria de Vigilância Sanitária. Brasília, DF. **Diário Oficial da União** de 22/07/1996, Seção 1.
- CUI, Chenhao; FEARN, Tom. Modern practical convolutional neural networks for multivariate regression: Applications to NIR calibration. **Chemometrics And Intelligent Laboratory Systems**, [s.l.], v. 182, p.9-20, 15 jul. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemolab.2018.07.008>.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A. V. A. **Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2015.
- ERBAN, Alexander et al. Discovery of food identity markers by metabolomics and machine learning technology. **Scientific Reports**, [s.l.], v. 9, n. 1, p.1-19, 4 jul. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-46113-y>.
- FIORE, Mariantonietta et al. Predicting consumer healthy choices regarding type 1 wheat flour. **British Food Journal**, [s.l.], v. 119, n. 11, p.2388-2405, 6 nov. 2017. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/bfj-04-2017-0200>.
- GUHA, Paramita et al. Prediction of properties of wheat dough using intelligent deep belief networks. **Journal Of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence**, [s.l.], v. 29, n. 6, p.1283-1296, 21 jun. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/0952813x.2017.1340976>.
- MALEGORI, Cristina et al. GlutoPeak profile analysis for wheat classification: Skipping the refinement process. **Journal Of Cereal Science**, [s.l.], v. 79, p.73-79, 9 set. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2017.09.005>.
- MASTELINI, Saulo Martiello et al. Computer vision system for characterization of pasta (noodle) composition. **Journal Of Electronic Imaging**, [s.l.], v. 27, n. 05, p.1-14, 26 set. 2018. SPIE-Intl Soc Optical Eng. <http://dx.doi.org/10.1117/1.jei.27.5.053021>.
- MATTAR, J. **Metodologia científica na era digital**. [s. l.], 2017. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsmib&AN=edsmib.000012236&lang=pt-br&site=eds-live&scope=site>>. Acesso em: 24 set. 2019.
- MICHEL, Sebastian et al. Improving the baking quality of bread wheat using rapid tests and genomics: The prediction of dough rheological parameters by gluten peak indices and genomic selection models. **Journal Of Cereal Science**, [s.l.], v. 77, p.24-34, set. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2017.07.012>.
- SOUZA, Susane Maciel de et al. Influência físico-química da farinha de soja no processamento de biscoito. Desafios - **Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, [s.l.], v. 6, p. 42-47, 16 jun. 2019. Universidade Federal do Tocantins. <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2359365220196especialp42>.
- SU, Wen-hao; SUN, Da-wen. Evaluation of spectral imaging for inspection of adulterants in terms of common wheat flour, cassava flour and corn flour in organic Avatar wheat ( Triticum spp.) flour. **Journal Of Food Engineering**, [s.l.], v. 200, p.59-69, maio 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfood-eng.2016.12.014>.
- SUCIPTO, Sucipto et al. A rapid classification of wheat flour protein content using artificial neural network model based on bioelectrical properties. **Telkomnika (telecommunication Computing Electronics And Control)**, [s.l.], v. 17, n. 2, p.920-927, 20 ago. 2018. Universitas Ahmad Dahlan. <http://dx.doi.org/10.12928/telkomnika.v17i2.9450>.



ZHAO, Xin et al. Utilising near-infrared hyperspectral imaging to detect low-level peanut powder contamination of whole wheat flour. **Biosystems Engineering**, [s.l.], v. 184, p.55-68, ago. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.06.010>.



**UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO  
DO FLUXO DE VALOR NO  
PROCESSO LOGÍSTICO DE UMA  
TRANSPORTADORA**

USE OF VALUE FLOW MAPPING IN THE LOGISTIC PROCESS OF A  
CARRIER

**Helen Bruna dos Santos Corrêa**

**Gleudson Azevedo Vieira**

**Antônia Zivaneide Ribeiro**

**Eduardo Mendonça Pinheiro**

## Resumo

O MFV é uma ferramenta do Lean Manufacturing que serve para mapear o fluxo de um processo, seja ele de fluxo de materiais ou de informações do controle da produção. Conhecer o fluxo de uma organização e mapear as etapas é saber como esse processo funciona como um todo, auxiliando na identificação de problemas e desperdícios existentes, e então aplicar um plano de ação para resolução. Este trabalho tem como objetivo mapear o processo logístico de uma transportadora identificando quais etapas agregam e quais não agregam valor para o processo, identificar as oportunidades de melhorias. A metodologia se baseou em uma pesquisa bibliográfica a respeito da logística de distribuição com levantamentos de dados fornecidos pelo gerente do setor e seus colaboradores. Realizou-se o mapeamento do fluxo de valor do estado atual, por meio da implantação de elementos da abordagem *lean* pode construir o MFV do estado futuro.

**Palavras chave:** MFV, Logística de Distribuição, Fluxo de Valor.

## Abstract

MFV is a Lean manufacturing tool that maps the flow of a process, either material flow or production control information. Knowing the flow of an organization and mapping the steps is knowing how this process works as a whole, helping to identify existing problems and waste, and then applying an action plan for resolution. This paper aims to map the logistics process of a carrier identifying which steps add and which do not add value to the process, identify opportunities for improvement. The methodology was based on a bibliographic research about the distribution logistics with data surveys provided by the sector manager and his collaborators. The mapping of the current state value stream has been accomplished through the implementation of lean approach elements can build the future state MFV.

**Key-words:** MFV, Distribution Logistics, Value Stream.



# 1. INTRODUÇÃO

Com o mercado cada vez mais propício e com o surgimento de novas tecnologias, surge a necessidade de adaptação por parte das transportadoras da utilização e incremento de técnicas e ferramentas para suprir necessidades e melhorar cada fase do processo, buscando maneiras para se ajustarem ao mercado competitivo, e ainda ações voltadas para a redução de custos e para a qualidade no atendimento aos clientes.

O Mapeamento de Fluxo de Valor permite uma visualização completa de todo o processo produtivo, auxiliando de forma simples e de baixo custo, a identificar desperdícios, práticas não convergentes e junções entre etapas não alinhadas no processo (MOREIRA et al., 2018).

Mapear o fluxo de valor no departamento logístico da empresa, é conhecer como o processo da mesma funciona e como é seu gerenciamento. Assim, esta atividade possibilita conhecer cada etapa do MFV, identificar as atividades que agregam e as que não agregam valor ao processo.

Baseado nessas informações, este artigo tem como objetivo mapear o processo operacional de uma empresa situada na cidade de São Luís no estado do Maranhão do ramo de transporte e logística, conhecer como a empresa opera utilizando a demanda puxada e verificar quais são as etapas dos processos, identificando as melhorias que possam ser implementadas. Para tanto, foram realizadas visitas e busca de informações junto ao gerente e demais colaboradores da empresa.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Logística e Distribuição de Produtos

A Logística existe desde a antiguidade e até hoje é denominada como uma atividade econômica moderna, pois auxilia as organizações na adaptação às mudanças econômicas, as incertezas, a proliferação destes, aos menores ciclos de vida dos produtos e as exigências dos clientes, visando utilizar inovações tecnológicas para gerenciar de maneira eficiente e eficaz as operações logísticas (FLEURY, 2009). É por meio da distribuição que se materializa a troca entre a empresa e seus consumidores, e devem ser capazes de gerar e satisfazer a demanda para os produtos da organização (PASCARELLA, 2013). De acordo com Leite *et al.* (2015), a logística é, portanto, a junção de quatro atividades para uma empresa: a aquisição de materiais, a movimentação, a armazenagem e a entrega dos produtos transformados. A Figura 1 mostra o fluxograma clássico do processo logístico.



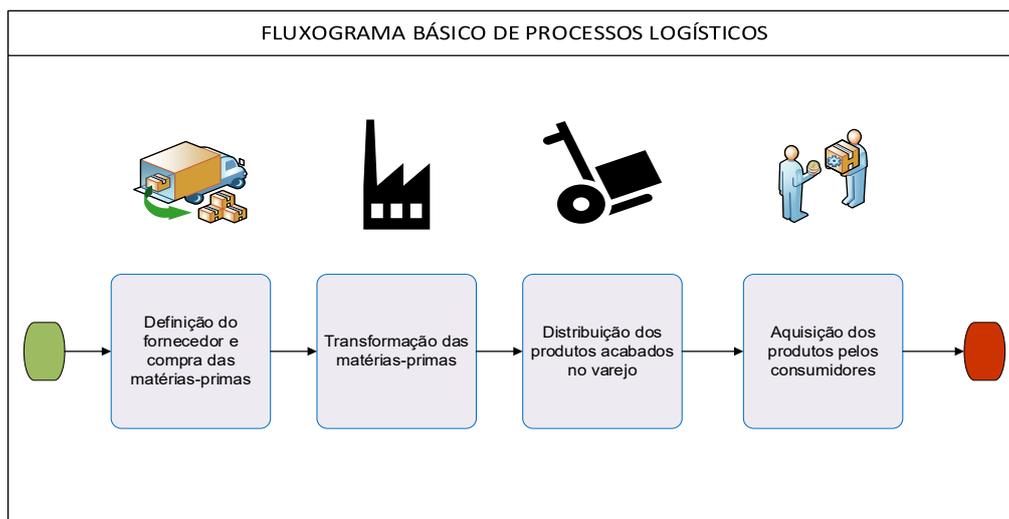


Figura 1 – Fluxograma de processo logístico.  
 Fonte: elaborado pelos autores, baseado em Leite *et al.* (2015)

Se for gerenciado de maneira correta, a armazenagem e distribuição da matéria-prima e do produto podem apresentar resultados positivos, impactando diretamente o recebimento, produção e entrega do serviço (BALLOU, 2006).

## 2.2 Lean manufacturing

Muito se fala em redução de custos, produção enxuta, produzir com pouco, no tempo certo e na hora certa, agregando valor ao produto ou serviço. O termo Lean Manufacturing também denominado de Sistema Toyota de Produção, surge durante uma grande crise com o Japão, após a segunda Guerra Mundial (WOMACK; JONES, 2004). Essa metodologia busca a redução de tempo entre o pedido e a entrega para o cliente eliminando desperdícios, identificando o que agrega e o que não agrega valor para o cliente (SILVA *et al.*, 2011).

A implantação da metodologia Lean visa produzir cada vez mais, utilizando cada vez menos é a busca pela eficiência, visto que possuem conceitos que induzem ao mesmo objetivo (PRATES; BANDEIRA, 2011). Para implantar o Lean Manufacturing é necessário entender os sistemas de produção, conhecendo as suas estruturas e escopo. Neste contexto, uma das técnicas mais completas do sistema Lean é o Mapeamento do Fluxo de Valor. Ressaltam ainda que para aumentar a produtividade da empresa é relevante a expansão do mapeamento para toda a cadeia de valor, incluindo outras empresas pertencentes ao fluxo, principalmente fornecedores de matéria-prima que podem melhorar a qualidade dos insumos fornecidos bem como agilizar a sua entrega (PRATES; BANDEIRA, 2011).

## 2.3 Demanda puxada

A demanda puxada é identificada como demanda real de um processo produtivo, é produzir no tempo certo, na quantidade certa com base nas solicitações dos clientes. Como base nesse fundamento do sistema Toyota de Produção, a estabilidade vem para dar sustentação para as organizações garantindo os seus processos, qualidade em seus produtos, onde pode sustentar essa base com a utilização de ferramentas que possam garantir o sucesso da implementação da mentalidade Lean nas organizações (NASCIMENTO; SIQUEIRA, ELIAS, 2013).

De acordo com Pasqual; Pedrozo e Montoya (2005, p. 5), “quando o fluxo de produtos passa pelo varejista ou pela demanda, segundo e terceiro elos que decidem sobre o início do fluxo, diz-se que o fluxo é puxado.” A filosofia da demanda puxada deve ser produzido somente o necessário, na hora certa e na quantidade certa. Portanto, a demanda puxada ou produção feita contrapedido significa que foram postergadas, ou seja, as atividades a demanda só são postas quando há procura do cliente, é reduzir as incertezas e custos é adiar ao máximo no tempo a compra e a transformação de insumos em produto acabado, que só é feito quando confirmado o pedido (PASQUAL; PEDROZO, MONTOYA, 2005).

## 2.4 Mapeamento do fluxo de valor (mfv)

Para Rother e Shook (2003), o fluxo de valor é a ação que agrega ou não valor ao produto, são as etapas essenciais que trazem o produto passando pelos fluxos: 1: O fluxo de produção, desde a matéria-prima até a entrega ao consumidor final, 2: O fluxo do projeto do produto, da produção até o lançamento. O mapa serve para elaboração de fluxos de processos e é uma das técnicas relevante do Lean Manufacturing e pode ser usado dentro da indústria, em uma família de produtos específica, além das fronteiras da organização (LIMA et al., 2016).

Mapear o fluxo é uma forma de ter uma visão clara e objetiva dos processos, que pode auxiliar nas análises, tomando medidas capazes de otimizar o fluxo e alguns de seus desperdícios, essa ferramenta pode ser uma ferramenta de comunicação, de planejamento de negócio que serve para gerenciar o processo de mudança (ROTHER; SHOOK, 2003). É necessário conhecer as etapas iniciais do Mapeamento do fluxo de valor, o primeiro passo é desenhar o estado atual, o que é feito no chão de fábrica a partir de coleta de informações, isto fornece uma visão do que é necessário para desenvolver um estado futuro (ROTHER; SHOOK, 2003). Para representação desses detalhes a figura 2 mostra as etapas iniciais do MFV.



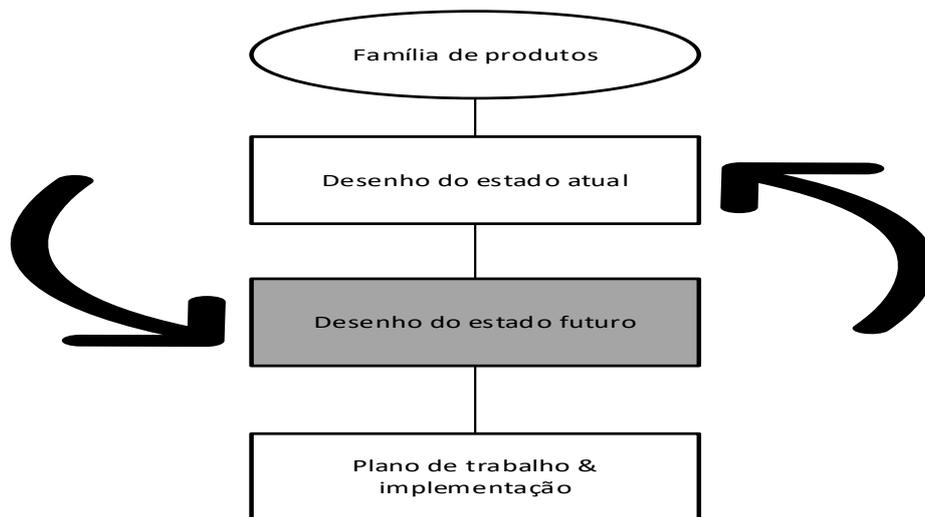


Figura 2 - Etapas iniciais do Mapeamento do Fluxo de Valor  
Fonte: Os autores, baseado em Rother e Shook (2003)

De acordo com Rother e Shook (2003), esse fluxo inicia com a definição a família de produtos a serem mapeados, de início é necessário percorrer o chão de fábrica para colher informações de modo a elaborar o mapa atual, analisar as informações coletadas do estado atual de forma a elaborar o mapa futuro, desenvolver um plano de ação para detalhar os passos a serem seguidos para que o estado futuro seja atingido. De acordo com Souza; Tortorella e Nascimento (2018), distinto da maioria dos processos de mapeamento, que documentam apenas o fluxo de materiais, o Mapeamento do Fluxo de Valor registra informações chaves para o processo, tais como: materiais armazenados, pontos de programação e fluxo de informações. A figura 3 mostra alguns ícones utilizados para o mapeamento do fluxo de valor.

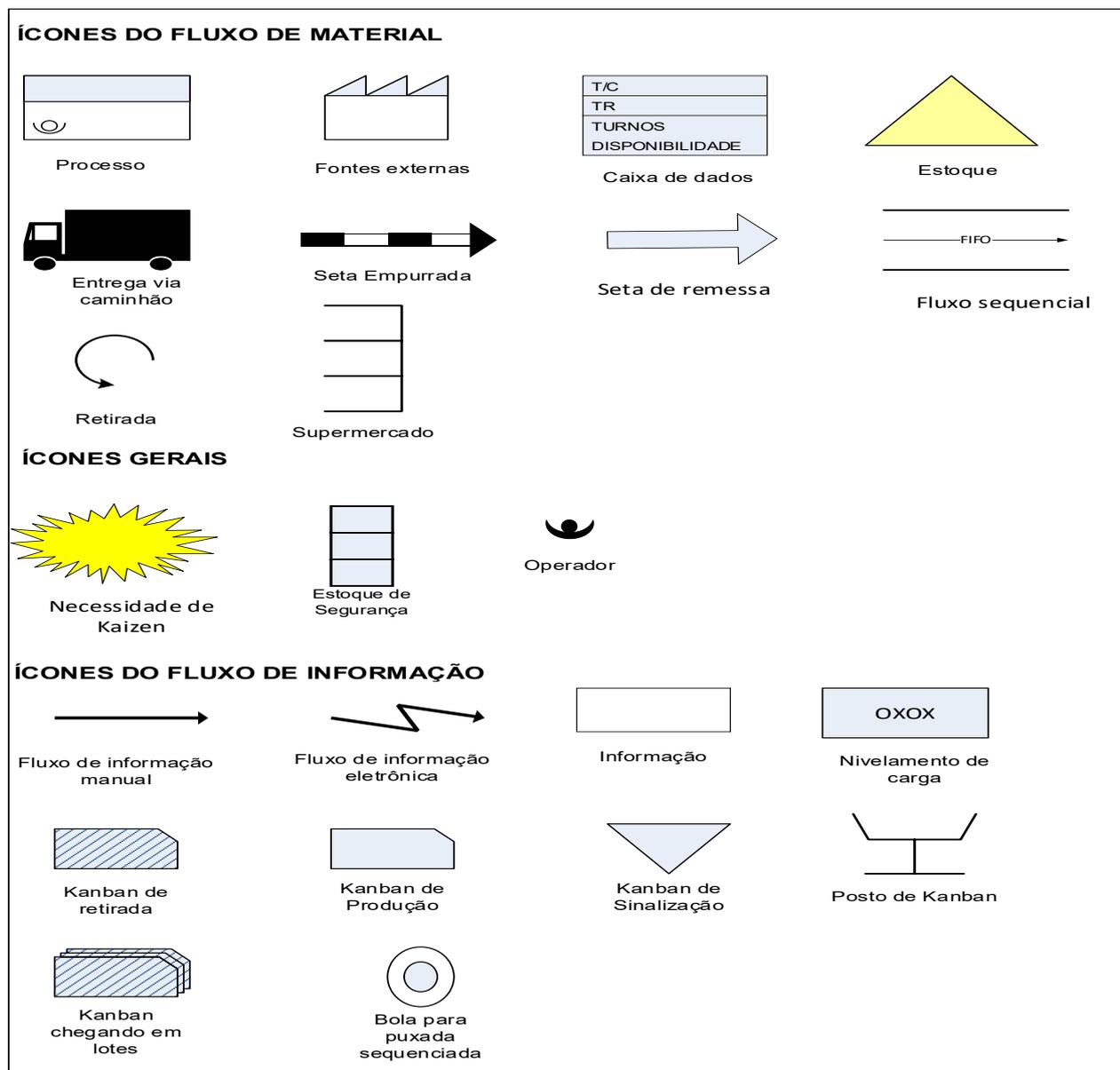


Figura 3 - Símbolos do MFV  
 Fonte: Os autores, baseado de Rother e Shook (2003)

### 3. METODOLOGIA

O procedimento utilizado para a realização deste trabalho foi o estudo de caso, que de acordo com Yin (2001) e Gil (2007) caracteriza-se quando é possível observar diretamente e realizar entrevistas sistemáticas para uma análise aprofundada e detalhada dos eventos e, além disso, os comportamentos não podem ser manipulados. Para a coleta de dados utilizou-se da pesquisa qualitativa e descritiva para o entendimento e aproximação da realidade.

Para entender o processo de mapeamento de fluxo de valor foi realizada inicialmente uma entrevista apoiada pela aplicação de um questionário semi-estruturado, junto ao responsável do setor logístico. Para a formulação do questionário fez-se necessário um entendimento mais aprofundado sobre logística de distribui-

ção, que se inicia na realização de uma revisão literária específica, com intuito de direcionar as perguntas para esse assunto, e assim, obter dados suficientes para à análise proposta por este trabalho. O próximo passo foi conhecer o local, as pessoas envolvidas no processo e quais são as suas responsabilidades, pois na filosofia Lean para utilização do mapeamento do fluxo de valor é necessário observar diretamente o processo *in loco*. Através de dados informados e análise atual do estado da empresa foi possível elaborar um esboço inicial do processo e logo depois o mapa do estado atual. Para desenhar o mapa do estado atual do processo, utilizou-se o programa Microsoft Visio versão 2016. O estudo se deu no período de maio a agosto de 2019, onde foi possível observar que o processo de entrega das mercadorias é executado da seguinte forma: por roteirização determinada por localidade cada bairro ou cidade é uma rota que são caracterizadas por letras, dependendo do tamanho da cidade ou bairro, uma rota pode ser suficiente para distribuir em dois ou mais bairros ou cidades. Mas podem ser necessárias mais de uma rota para distribuir em um único bairro ou cidade.

#### 4. ESTUDO DE CASO

Este trabalho apresenta os resultados do estudo realizado na transportadora, com a análise do mapeamento do fluxo de valor no departamento logístico. A empresa tem sua central em São Luís – MA com duas filiais, uma em Imperatriz –MA e outra em Teresina – PI. A empresa é constituída pelos setores de diretoria, gerência, prestação de contas e a expedição de cargas, como mostra a figura 4.



Figura 4: Estrutura Organizacional  
Fonte: Os autores (2019)

Conforme explicitado na tabela 1 podemos verificar alguns indicadores da empresa entrevistada.

Indicador	Características
Capital	100% nacional
Investimento em inovação e tecnologia	Cada empresa que contrata o serviço desta transportadora possui seu próprio sistema de rastreamento e prestação de contas.
Número de colaboradores	95

Cargas transportadas	Eletrodomésticos, Móveis, Cosméticos e Higiene pessoal
Regiões cobertas pela empresa	Todo o Maranhão e Piauí

Tabela 1 – Indicadores da Transportadora  
Fonte: Os autores (2019)

A demanda da Transportadora é puxada, ou seja, a empresa opera de acordo com o volume de mercadorias vendidas pelas empresas contratantes. O processo de roteirização e entrega das mercadorias é feito da seguinte forma:

Sector	Rota	Cidade/Bairro
175 (capital)	A	Bairro 1
175 (capital)	B	Bairro 1
175 (capital)	C	Bairro 1 e 2
171 (interior)	A	Cidade 1
171 (interior)	B	Cidade 1
171 (interior)	C	Cidade 1 e 2

Tabela 2 – Roteirização da distribuição das mercadorias  
Fonte: Os autores (2019)

Com os fluxogramas abaixo, podemos verificar como é composto o processo de Recebimento e entrega dos produtos.

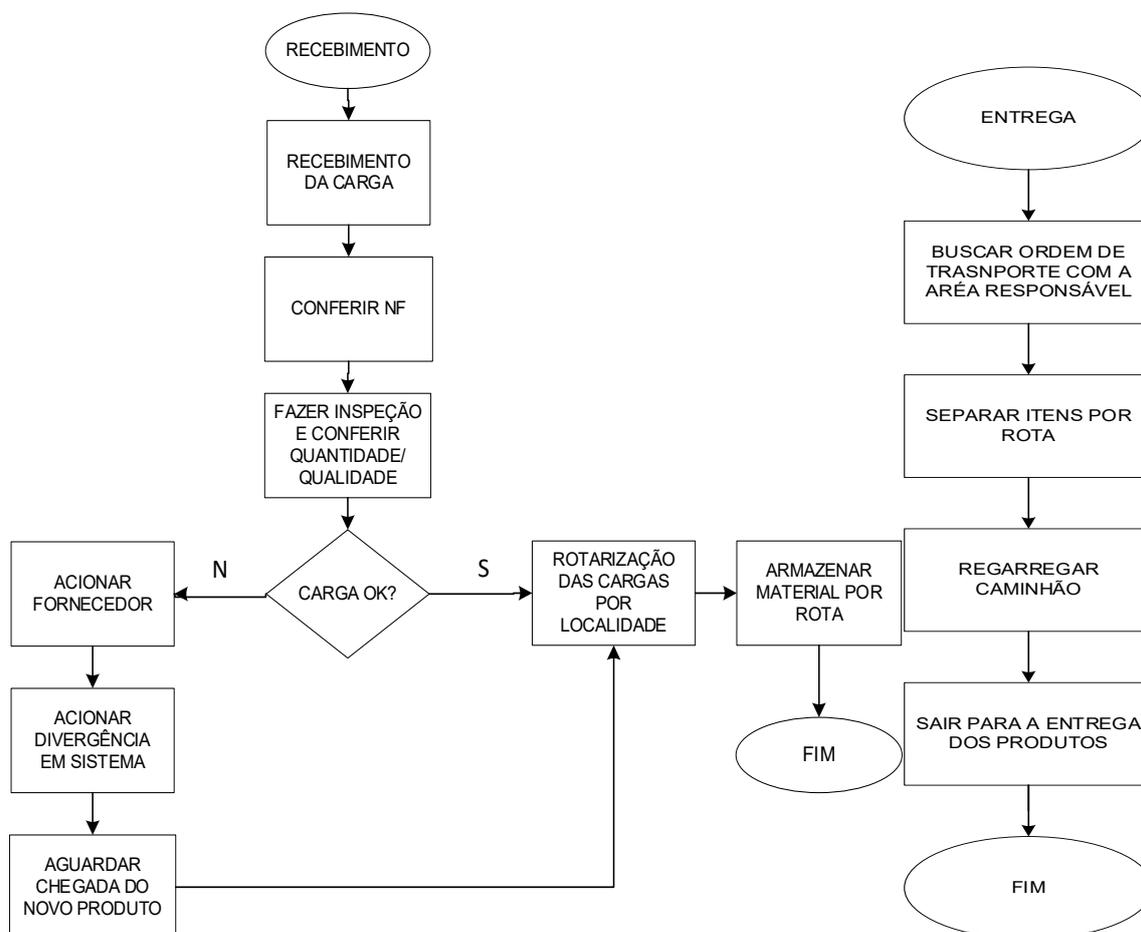


Figura 5 – Fluxos básicos do processo  
Fonte: Os autores (2019)

## 4.1 Escolha da família de produtos

O mapeamento do fluxo de valor (MFV), serve para elaboração de fluxos de processos, informações, materiais para o controle dos processos produtivo. Selecionar uma família de produtos é focalizar em um só produto específico, com base na Metodologia do MFV, na sua aplicação a primeira etapa a ser realizada é a escolha da família de produtos. A transportadora faz a logística de uma grande empresa de cosméticos e higiene pessoal, denominada aqui por empresa A, a transportadora segue o plano estratégico que é fornecido pela empresa A, desde a gestão dos fluxos de trabalho, o recebimento até a entrega das mercadorias. Esse trabalho foi concebido tomando como base a análise do processo logístico da empresa A.

## 4.2 Mapa do estado atual

O mapa do estado atual é uma análise da situação que se encontra o processo da empresa, portanto, o próximo passo de aplicação da metodologia MFV é o registro do estado atual do processo. Para o desenho do mapa do estado atual, foram coletados os dados do processo logístico da empresa A, as informações desse processo foram coletadas no local com visitas e informações passadas pelo gerente do setor, e assim foi possível desenvolver como funciona todo processo. A figura 6 mostra o detalhamento do mapa atual do processo.

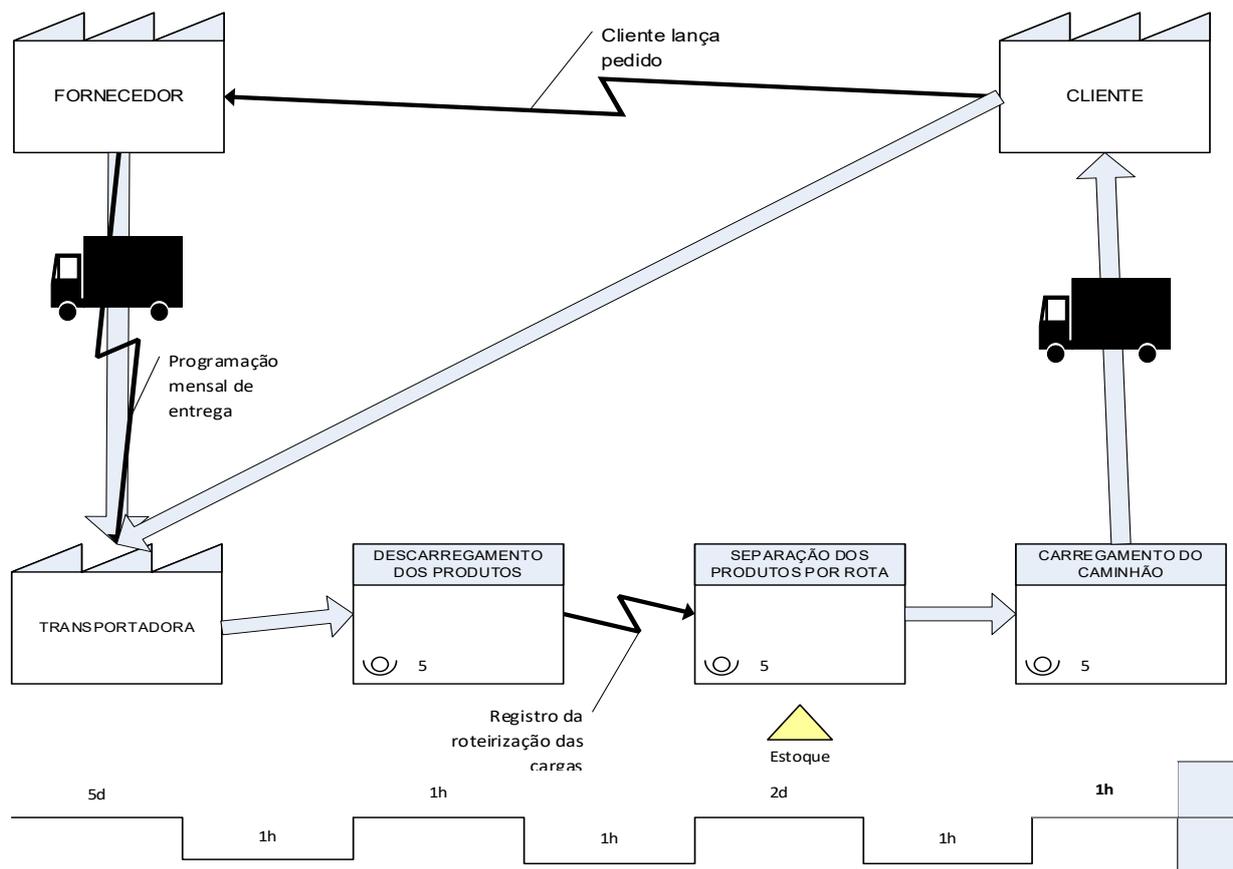


Figura 6 – Mapa do estado atual  
Fonte: Os autores (2019)

O fluxo do processo é realizado de forma puxado, ou seja, a transportadora faz a entrega de acordo com a demanda de produtos vendido pela empresa contratante. O processo de entrega dos produtos que é feito por campanhas, que se inicia com o envio pela empresa contratante do cronograma mensal das campanhas para a transportadora. O próximo passo, os clientes enviam os pedidos pela plataforma de vendas da empresa, observa-se no mapa, logo após a compra dos produtos pelos clientes, que o fornecedor recebe o pedido e na data estipulada da entrega envia a mercadoria para a transportadora, que faz o descarregamento dos produtos, registra os pedidos e faz a separação dos mesmos por rotas, é possível enxergar que o tempo que a mercadoria fica em estoque são de dois dias, na data específica para a entrega dos produtos, os caminhões são carregados por roteirização e entregues aos cliente.

Considerando o mapa do estado atual e a observação direta dos processos, foi possível identificar as atividades que agregam valor e as que não agregam valor algum ao processo. A partir das observações feitas no MFV, foi elaborado um quadro de prioridades para identificar quais eram as etapas mais importantes para o processo e sugestões de melhorias para implementações de melhores resultados. O quadro abaixo traz as ações sugeridas para melhorias no processo e assim, desenhar o mapa futuro.

<b>Matriz de Oportunidades - Ações propostas</b>		
Oportunidades	Ação	Benefícios
Criação de um setor específico para as mercadorias que retornam para a transportadora.	Criar um plano para as mercadorias que retornam para o galpão, reúna todas as informações necessárias para criar uma ação mais eficiente, e assim criar uma estratégia para que as mercadorias sejam entregues aos clientes.	Redução de estoques, redução de custos com estoques e redução de tempo.
Participação da empresa no plano de ação.	Delimitar estratégias para a formulação do cronograma, que tenha a participação da transportadora e a empresa contratante.	Com a participação da transportadora na definição do cronograma mensal, a mesma pode definir melhor suas metas e seu cronograma.

Tabela 3: Matriz de Oportunidades  
Fonte: Os autores (2019)

É importante ressaltar que a Matriz de Prioridades é uma ferramenta que serve como sugestão para auxiliar na tomada de decisão, mas a escolha das oportunidades de melhoria que serão aplicadas no processo é feita a partir de um consenso entre os participantes dos setores e a gerência da empresa.

### 4.3 Análise dos resultados

Por meio da elaboração do mapa do Estado Atual, foi possível observar a existência de alguns processos que podem ser melhorados e implementados ao processo logístico da transportadora, tais como: criação de um setor específico que cuidasse da devolução de mercadorias que retornam para a transportadora (visto que não há uma área específica e dedicada ao processo de devolução) e a participação da transportadora na definição do cronograma mensal (identificado que a mesma não possui um plano de ação próprio). Através da Matriz de Prioridades foi possível sugerir ações de melhoria, e assim sugerir o mapa futuro.

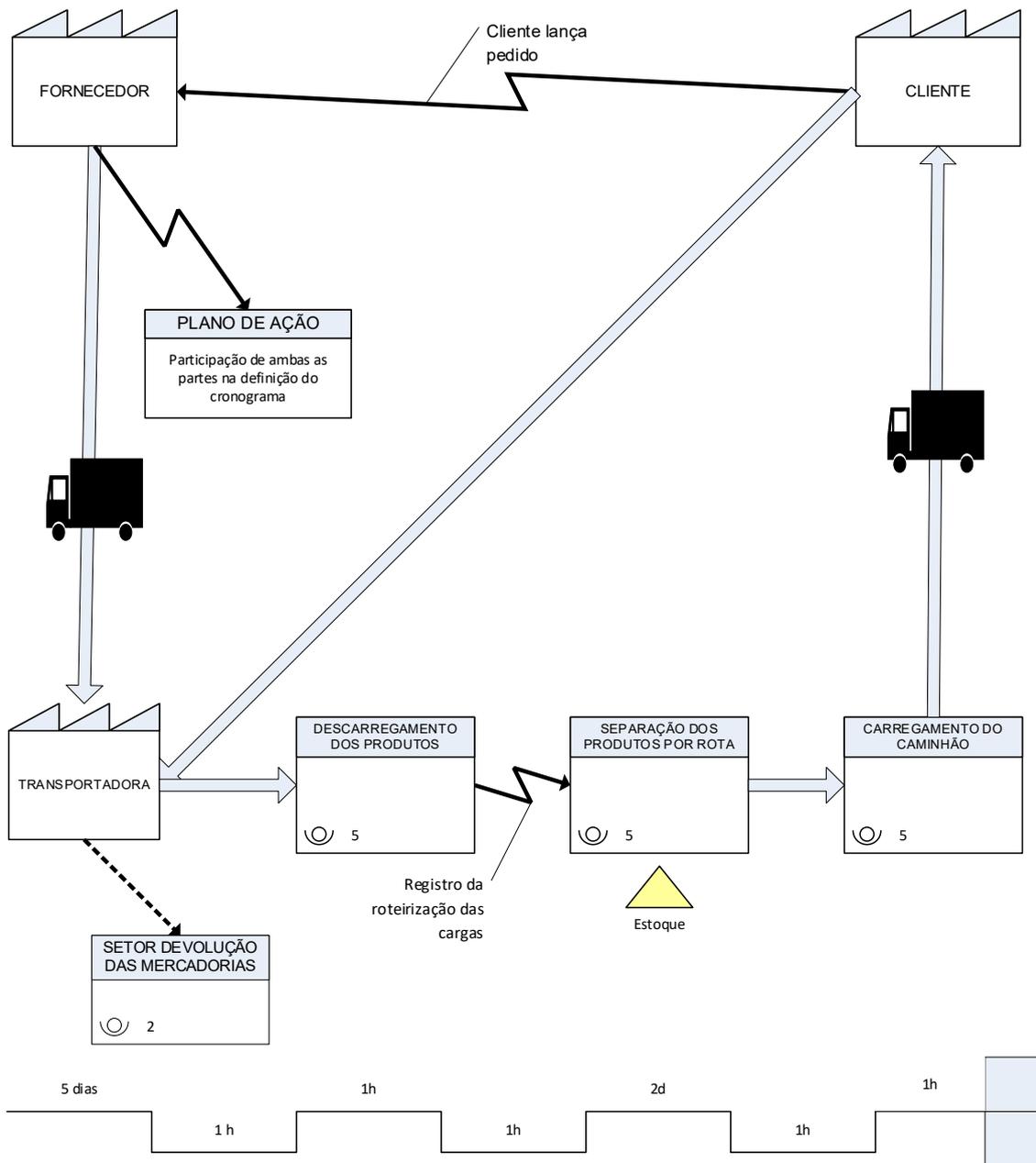


Figura 7 – Mapa do estado futuro  
 Fonte: Os autores (2019)

As sugestões de melhorias de qualidade no processo, por meio da introdução do setor específico para o acompanhamento das mercadorias que retornam para a transportadora, é importante, pois com pessoas dedicadas exclusivamente nesse processo irá proporcionar maior agilidade. Atualmente a transportadora não possui um setor específico que cuide dessa tarefa, notamos nesse processo que não há um acompanhamento direto por parte da transportadora, gerando um desgaste por ambas as partes, com um plano eficiente a transportadora pode reduzir os custos com o estoques, redução de tempo e a satisfação do cliente. Propõe-se também a participação da transportadora no plano de ação, ou seja, que ela possa contribuir com a definição do cronograma mensal de entregas de mercadorias, com a participação no plano, a mesma pode melhor definir suas metas diárias, seu cronograma mensal e terá mais autonomia no processo.

## 5. CONCLUSÃO

A pesquisa procurou mostrar os desafios e os benefícios de aplicação do MFV no processo logístico de uma transportadora, conhecer como o processo acontece, quais as pessoas envolvidas. Em relação ao estudo sobre o mapeamento do fluxo de valor foram identificadas as vantagens presentes na sua aplicação, assim como confirmar o estudo da literatura, que esta técnica é de extrema importância e permitiu a compreensão dos seus mais importantes princípios, aspectos e objetivos.

Observou-se em um ambiente que é utilizado a demanda puxada que a empresa opera com o volume de mercadorias vendido pelas empresas contratantes e que este método de produção traz relevantes benefícios para as organizações. Com o MFV, foi possível definir a família de produtos a serem mapeados e construir o mapa atual do processo, identificando quais processos precisam de melhorias e demitir sugestões para o mapa futuro. Destaca-se que o objetivo do estudo foi identificar as etapas do processo e desenhar de forma objetiva um fluxo para propor um método de identificação de oportunidades de melhorias.

Quanto ao mapa futuro que foi sugerido, embora ainda não utilizado pela transportadora, ele pode trazer ganhos a mesma, pois, ao implementar tais melhorias a empresa se tornará mais competitiva no mercado, através da redução de custos e um bom relacionamento com os clientes. Como próximos passos, a empresa irá analisar de forma mais aprofundada cada etapa do fluxo de valor desenhado, levando dados que justifiquem a implementação dos objetivos propostos, como sugestão de continuidade da pesquisa, recomenda-se ainda levar o mapa de fluxo de valor para os demais setores da empresa. Portanto, espera-se que este estudo colabore de forma assertiva para a empresa bem como sirva de incentivo para novas investigações sobre a aplicação desta ferramenta no setor logístico.

## REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

DE LIMA, Danilo Felipe Silva et al. Mapeamento do fluxo de valor e simulação para implementação de práticas lean em uma empresa calçadista. **Revista Produção Online**, v. 16, n. 1, p. 366-392, 2016.

DE SOUZA, Leonardo Bittencourt; TORTORELLA, Guilherme; NASCIMENTO, Daniel. Análise do fluxo de valor sob uma perspectiva estocástica. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 3, p. 995-1015, 2018.

FLEURY, Paulo Fernando et al. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.



GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. **São Paulo**, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2002.

LEITE, Caio César Lemes et al. A LOGÍSTICA E A GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS: um estudo de caso em uma empresa da região do sul de Minas Gerais. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 1, p. 676-688, 2017.

MOREIRA, Adriano Dias et al. UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR PARA A OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS. **Revista Engenharia em Ação Uni-Toledo**, v. 3, n. 1, 2018.

NASCIMENTO, L. W.; SIQUEIRA, E. S.; ELIAS, S. J. B. **Estabilidade do Processo Produtivo: Uma Abordagem Lean em uma Indústria de Beneficiamento de Castanha de Cajú**. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, 2013.

PASCARELLA, Roberto. **Gestão de canais de distribuição**. Editora FGV, 2015.

PASQUAL, Cássia Aparecida; PEDROZO, Eugênio Ávila; MONTROYA, Marco Antonio. As características do produto, da operação e da demanda como determinantes das decisões logísticas e dos tipos de organização dos fluxos de produtos no setor de máquinas e implementos agrícolas. In: **CONGRESSO DA SOBER**. 2005.

PRATES, Caroline Chagas; BANDEIRA, Denise Lindstrom. Aumento de eficiência por meio do mapeamento do fluxo de produção e aplicação do Índice de Rendimento Operacional Global no processo produtivo de uma empresa de componentes eletrônicos. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 4, p. 705-718, 2011.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta**. Lean Institute Brasil, 2003.

SILVA, Iris Bento da et al. Integrando a promoção das metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma na busca de produtividade e qualidade numa empresa fabricante de autopeças. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 4, p. 687-704, 2011.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A máquina que mudou o mundo**. Gulf Professional Publishing, 2004.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso-: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.



# CAPÍTULO 19

## **ANÁLISE DAS DEMONSTRAÇÕES CONTÁBEIS DE UMA EMPRESA FABRICANTE DE CARROCERIAS DE ÔNIBUS**

ANALYSIS OF THE FINANCIAL STATEMENTS OF A BUS BODY  
MANUFACTURER

**Marco André Matos Cutrim**  
**Antonilton Serra Sousa Junior**  
**Diego Ferreira Coelho**

## Resumo

**N**os últimos anos observa-se o crescimento da importância da contabilidade, deixando de ser uma simples ferramenta de controle do patrimônio, tornando-se um fundamental fator para a tomada de decisão. Dentre as ferramentas da contabilidade, existe a análise das demonstrações contábeis, que permite diagnosticar a atual situação econômico-financeira das empresas. Desta forma, propõem-se com esse estudo, apresentar uma análise das demonstrações contábeis de uma empresa fabricante de carrocerias de ônibus nos anos de 2016 e 2017, através das seguintes técnicas: análise vertical e horizontal do balanço patrimonial, análise dos índices de estrutura de capital, liquidez e rentabilidade. Os resultados obtidos demonstram que a empresa não se encontra em um patamar financeiro desejável, onde precisa buscar estratégias para rentabilizar os investimentos realizados.

**Palavras chave:** Demonstrações contábeis; Diagnóstico; Índices; Tomada de decisão.

## Abstract

**I**n recent years there has been a growing importance of accounting, from being a simple asset control tool, becoming a key factor for decision making. Among the accounting tools, there is the analysis of financial statements, which allows diagnosing the current economic and financial situation of companies. Thus, the purpose of this study is to present an analysis of the financial statements of a bus body manufacturer in 2016 and 2017, using the following techniques: vertical and horizontal balance sheet analysis, analysis of the structure indices of capital, liquidity and profitability. The results show that the company is not in a desirable financial level, where it needs to seek strategies to monetize the investments made.

**Key-words:** Accounting statements; Diagnosis; Indexes; Decision making



## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos observa-se o crescimento da importância da contabilidade, deixando de ser uma simples ferramenta de controle do patrimônio, tornando-se um fundamental fator para a tomada de decisão. Sabe-se que as empresas necessitam de constantes informações gerenciais que permitam avaliar o desempenho da empresa e tomar decisões com mais eficiência e segurança, permitindo a sobrevivência no mercado, cada vez mais competitivo. Dentre as ferramentas da contabilidade, de acordo com Gitman (2017), existe a análise das demonstrações contábeis, que permite diagnosticar a atual situação econômico-financeira das empresas. É constantemente utilizada pelos gestores e demais usuários da contabilidade. Os dados obtidos nesse processo podem ser transformados em informações fundamentais para administração do negócio com maior confiabilidade. Além disso, é possível avaliar a qualidade da gestão.

Nesse sentido, desenvolveu-se este trabalho com o intuito de ampliar e enfatizar o entendimento da importância da análise das demonstrações contábeis. Para tanto, são apresentados os seus principais conceitos e ferramentas utilizadas nas análises vertical, horizontal e dos índices financeiros. Como foco de estudo, são utilizados os dados de uma empresa fabricante de carrocerias de ônibus, atuante no mercado nacional. Para a elaboração da análise, utilizaram-se as demonstrações contábeis dos anos de 2016 e 2017.

## 2. BALANÇO PATRIMONIAL

Higgins (2014) descreve o balanço patrimonial como um retrato da empresa, sendo uma das melhores maneiras de resumir e organizar as posses da empresa (ativos), suas dívidas (exigíveis) e a diferença entre os dois (patrimônio líquido). Nesse contexto, os ativos são enumerados no lado esquerdo e os exigíveis e o patrimônio líquido, no lado direito.

### 2.1 Ativo

Segundo Gitman (2017), os ativos podem ser tangíveis, como uma máquina, ou intangíveis, como uma patente. Além disso, podem também ser classificados como permanentes, tendo uma vida relativamente longa, ou circulantes, tendo uma vida, normalmente, inferior a 12 meses, sendo assim, convertido em caixa. Para Ross et al. (2015), o estoque é um exemplo provável de itens comprados e/ou vendidos dentro de um ano, recebendo a classificação de ativo circulante. Outros exemplos englobam o próprio caixa da empresa, bem como as contas a receber



(dinheiro a receber dos clientes).

## 2.2 PASSIVO

Luz (2017) descreve os exigíveis da empresa como o primeiro item a ser colocado do lado direito do balanço patrimonial, podendo ser classificados como passivo circulante ou exigível a longo prazo. O passivo circulante se refere ao que deve ser pago em até um ano, devendo ser discriminado acima do exigível a longo prazo. Seu principal exemplo são as contas a pagar aos fornecedores. Já os exigíveis a longo prazo são as dívidas com vencimento maior que 12 meses, como um empréstimo a ser pago dentro de 5 anos.

## 2.3 PATRIMÔNIO LÍQUIDO

Megliorini (2012) descreve o patrimônio líquido como a diferença entre o total de todos os ativos e o total de todos os exigíveis, sendo também conhecido como capital dos acionistas, ou capital próprio. Nesta parte do balanço, a empresa deve assegurar a venda dos seus ativos, para que o dinheiro seja utilizado para pagar as dívidas, entregando aos acionistas, o que sobrar. Sendo assim, o valor total dos ativos da empresa é igual ao somatório de todos os exigíveis com o patrimônio líquido. Essa diferença também é conhecida como identidade ou equação do balanço, sendo descrita na Equação 1.

$$\text{Ativo} = \text{Exigível} + \text{Patrimônio Líquido}$$

[1]

## 3. ANÁLISE COM BASE EM ÍNDICES FINANCEIROS

Para Padoveze (2016), a melhor forma de se comparar empresas, evitando a diferença entre seus tamanhos, é por meio do cálculo dos índices financeiros. Esses índices se apresentam como ferramentas que permitem comparar e investigar as relações entre as diferentes informações financeiras da empresa. Ross et al. (2015) enfatizam que o principal problema do uso dos índices está nas suas diferentes variações de cálculos, permitindo diferentes interpretações, até que se chegue no resultado final. Torna-se necessário conhecer a fundo cada um dos índices, bem como as suas fontes de comparação. A seguir, serão detalhados os índices mais comumente usados.



### 3.1 Índice de Liquidez Corrente

Segundo Higgins (2014), um dos mais conhecidos e utilizados é o índice de liquidez corrente. Este se apresenta como uma medida de liquidez a curto prazo, visto que envolve os ativos e passivos circulantes, sendo definido pela Equação 2.

$$\text{Índice de Liquidez Corrente} = \frac{\text{Ativo Circulante}}{\text{Passivo Circulante}} \quad [2]$$

Megliorini (2012) afirma que, para os credores a curto prazo, como os fornecedores, um alto índice de liquidez corrente representa vantagem de negócio. Já para a empresa, um alto índice pode representar tanto uma situação de liquidez, quanto uma má utilização do caixa e ineficiência na administração dos outros ativos a curto prazo.

### 3.2 Índice de Liquidez Seca

De acordo com Luz (2017), o estoque pode ser considerado o item de menor liquidez do ativo circulante, tornando-o o item de menor confiança como medida de valor de mercado, no que se refere a valor contábil. Além disso, estoques relativamente grandes, normalmente representam problemas a curto prazo, uma vez que a empresa possa ter superestimado as vendas, comprando ou produzindo excessivamente. Com isso, boa parte da liquidez da empresa torna-se presa num estoque de giro lento. Ross et al. (2015) afirmam que é possível avaliar a liquidez com maior precisão, calculando o índice de liquidez seca. Basta, portanto, calcular o índice de liquidez corrente, retirando os estoques, como detalhado na Equação 3.

$$\text{Índice de Liquidez Seca} = \frac{\text{Ativo Circulante} - \text{Estoque}}{\text{Passivo Circulante}} \quad [3]$$

### 3.3 Índice de Liquidez Imediata ou Índice de Caixa

Gitman (2017) ressalta que, para os credores, é o índice de liquidez imediata o mais observado, pois representa a capacidade da empresa pagar as suas contas num curto prazo, como expresso na Equação 4.

$$\text{Índice de Liquidez Imediata} = \frac{\text{Caixa ou Disponibilidade}}{\text{Passivo Circulante}} \quad [4]$$



### 3.4 Índice de Endividamento Geral

Higgins (2014) descreve o índice de endividamento geral, detalhado na Equação 5, como a maneira mais simples de representar todas as dívidas da empresa, considerando todos os prazos e credores.

$$\text{Índice de Endividamento Geral} = \frac{\text{Ativo Total} - \text{Patrimônio Líquido}}{\text{Ativo Total}} \times 100\%$$

[5]

O autor ainda ressalta que duas variações do índice de endividamento geral podem ser definidas: o quociente dívida/ capital próprio (Equação 6) e o multiplicador de capital próprio (Equação 7). Nesse contexto, o exigível total demonstra quanto a empresa tomou de capital de terceiros para cada valor monetário dos recursos totais.

$$\text{Quociente Dívida ou Capital Próprio} = \frac{\text{Exigível Total}}{\text{Patrimônio Líquido}} \times 100\%$$

[6]

$$\text{Multiplicador de Capital Próprio} = \frac{\text{Ativo Total}}{\text{Patrimônio Líquido}} \times 100\%$$

[7]

### 3.5 Cobertura de Juros

Segundo Ross et al. (2015), existem várias formas possíveis de se determinar a cobertura de juros, sendo a mais comumente usada a exposta na Equação 8. Esse indicador mede a capacidade da empresa cobrir as suas obrigações de pagamentos de juros. Para tanto, utiliza do Lucro antes dos juros e impostos (LAJI), que permite estimar o resultado das operações sem incluir as receitas ou despesas financeiras.

$$\text{Cobertura de Juros} = \frac{\text{LAJI}}{\text{Juros}}$$

[8]

### 3.6 Cobertura de Caixa

Para Padoveze (2016), ao se basear no LAJI, a cobertura de juros não repre-



senta uma medida real do caixa disponível para pagar os juros, uma vez que a depreciação é deduzida do lucro. A melhor forma de definir esse indicador é considerando a depreciação, como mostra a Equação 9.

$$\text{Cobertura de Caixa} = \frac{\text{LAJI} + \text{Depreciação}}{\text{Juros}}$$

[9]

Ross et al. (2015) enfatiza que o numerador (LAJI + Depreciação) é conhecido pela sigla LAOJI (Lucro Antes da Depreciação, Juros e Impostos) e representa a capacidade da empresa caixa e, normalmente, é também utilizada para medir o fluxo de caixa disponível para exercer suas obrigações financeiras.

### 3.7 Margem de Lucro

Gitman (2017) diz que a maior parte da atenção da empresa está dedicada a sua margem de lucro, pois representa o desempenho das operações, em relação ao volume de vendas. A relação entre lucro líquido e vendas também é usualmente conhecida como percentual de lucratividade, sendo determinada pela Equação 10.

$$\text{Margem de Lucro} = \frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Vendas Líquidas}} \times 100\%$$

[10]

### 3.8 Retorno do Ativo

De acordo com Megliorini (2012), o retorno do ativo possui duas denominações, sendo elas ROI, *Return On Investment* (Retorno Sob Investimentos), e ROA, *Returns On Assets* (Retorno Sob Ativos). Esse indicador permite avaliar o desempenho da geração de lucros da empresa, tendo em vista os investimentos realizados no ativo, sendo determinado pela Equação 11.

$$\text{Retorno do Ativo} = \frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Patrimônio Líquido}} \times 100\%$$

[11]



### 3.9 Retorno do Capital Próprio

Padoveze (2016) descreve o retorno do capital próprio, ou ROE (*Return On Equity*), como a melhor forma de medir o desempenho do investimento dos acionistas dentro de um ano. Como a busca por benefícios para os acionistas é o objetivo das empresas, o ROE se mostra a real medida de desempenho, se tratando de lucro, sendo medido de acordo com a Equação 12.

$$\text{Retorno do Capital Próprio} = \frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Patrimônio Líquido}} \times 100\%$$

[12]

## 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

A Tabela 1 apresenta as demonstrações contábeis dos anos de 2016 e 2017 e são expostos os ativos circulantes e não circulantes, assim como as análises dos períodos. Para as análises verticais, são calculadas as porcentagens de participação de cada ativo, dentro do total de ativos do mesmo período. Já as análises horizontais se baseiam na evolução das contas ao longo dos anos e mensura o quanto um ativo variou de um período a outro.

ATIVO CIRCULANTE	2016	2017	ANALISE VERTICAL 2016	ANALISE VERTICAL 2017	ANALISE HORIZONTAL 2016	ANALISE HORIZONTAL 2017	VARIAÇÃO A.H % (2016 - 2017)
Caixa e equivalentes	R\$ 1.209.459,00	R\$ 958.759,00	39,57%	33,96%	100,00%	79,27%	-20,73%
Ativos financeiros mensurados ao valor justo através dos resultados	R\$ 224.151,00	R\$ 187.373,00	7,33%	6,64%	100,00%	83,59%	-16,41%
Instrumentos financeiros derivativos	R\$ 6.498,00	R\$ 445,00	0,21%	0,02%	100,00%	6,85%	-93,15%
Contas a receber de clientes	R\$ 900.816,00	R\$ 821.310,00	29,47%	29,09%	100,00%	91,17%	-8,83%
Estoques	R\$ 472.057,00	R\$ 521.364,00	15,44%	18,47%	100,00%	110,45%	10,45%
Impostos e contribuições a recuperar	R\$ 164.033,00	R\$ 228.274,00	5,37%	8,09%	100,00%	139,16%	39,16%



Outras contas a receber	R\$ 79.724,00	R\$ 105.376,00	2,61%	3,73%	100,00%	132,18%	32,18%
<b>TOTAL DO ATIVO CIRCULANTE</b>	<b>R\$ 3.056.738,00</b>	<b>R\$ 2.822.901,00</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>92,35%</b>	<b>-7,65%</b>
<b>ATIVO NÃO CIRCULANTE</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>ANALISE VERTICAL 2016</b>	<b>ANALISE VERTICAL 2017</b>	<b>ANALISE HORIZONTAL 2016</b>	<b>ANALISE HORIZONTAL 2017</b>	<b>VARIAÇÃO A.H % (2016 - 2017)</b>
Ativos financeiros mensurados ao valor justo através dos resultados	R\$ 18.817,00	R\$ 14.118,00	0,98%	0,74%	100,00%	75,03%	-24,97%
Contas a receber de clientes	R\$ 481.643,00	R\$ 428.773,00	25,20%	22,46%	100,00%	89,02%	-10,98%
Impostos e contribuições a recuperar	R\$ 19.895,00	R\$ 1.669,00	1,04%	0,09%	100,00%	8,39%	-91,61%
Imposto de renda e contribuição social diferidos	R\$ 69.779,00	R\$ 92.185,00	3,65%	4,83%	100,00%	132,11%	32,11%
Depositos judiciais	R\$ 19.585,00	R\$ 34.151,00	1,02%	1,79%	100,00%	174,37%	74,37%
Outras contas a receber	R\$ 839,00	R\$ 1.548,00	0,04%	0,08%	100,00%	184,51%	84,51%
Investimentos	R\$ 309.074,00	R\$ 377.003,00	16,17%	19,75%	100,00%	121,98%	21,98%
Propriedade para investimentos	R\$ 48.941,00	R\$ 50.708,00	2,56%	2,66%	0,00%		
Imobilizado	R\$ 708.269,00	R\$ 688.355,00	37,05%	36,05%	100,00%	97,19%	-2,81%
Intangível	R\$ 234.689,00	R\$ 220.841,00	12,28%	11,57%	100,00%	94,10%	-5,90%
<b>TOTAL DO ATIVO NÃO CIRCULANTE</b>	<b>R\$ 1.911.531,00</b>	<b>R\$ 1.909.351,00</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,89%</b>	<b>-0,11%</b>

Tabela 1 – Análise de Balanço Patrimonial Vertical e Horizontal dos Ativos.  
Fonte: Autores (2019)

Analisando a Tabela 1, constatou-se que os ativos circulantes atingiram um valor de 61,53% no ano de 2016 em relação ao total. Entretanto, este valor sofreu uma redução no ano seguinte para 59,65% comparado ao ativo total. Além

disso, destaca-se que a maior participação do grupo dos ativos está concentrada no caixa, valor este que em 2016 tinha uma representatividade de 39,57% e no ano de 2017 passou para 33,96%, o que poderia ser decorrente da diminuição das vendas. Outro ponto em destaque neste grupo é participação dos estoques, no ano base representava 15,44%, mas em 2017 obteve um aumento que resultou em 18,47%, o que poderia representar um aumento na produção não acompanhado do aumento da demanda.

Por outro lado, analisando-se verticalmente, constatou-se que houve uma diminuição de -7,65% dos ativos circulantes nos anos de estudo, acompanhando uma redução dos ativos não circulantes de -0,11%, no mesmo período, o que pode caracterizar uma transformação de caixa.

<b>PASSIVO CIRCULANTE</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>ANALISE VERTICAL 2016</b>	<b>ANALISE VERTICAL 2017</b>	<b>ANALISE HORIZONTAL 2016</b>	<b>ANALISE HORIZONTAL 2017</b>	<b>VARIAÇÃO A.H % (2016 - 2017)</b>
Fornecedores	R\$ 251.454,00	R\$ 366.399,00	15,13%	22,63%	100,00%	145,71%	45,71%
Empréstimos e financiamentos	R\$ 925.062,00	R\$ 831.071,00	55,67%	51,32%	100,00%	89,84%	-10,16%
Instrumentos financeiros e derivativos	R\$ 492,00	R\$ 2.811,00	0,03%	0,17%	100,00%	571,34%	471,34%
Salários e férias a pagar	R\$ 127.534,00	R\$ 103.304,00	7,67%	6,38%	100,00%	81,00%	-19,00%
Impostos e contribuições a receber	R\$ 105.275,00	R\$ 88.159,00	6,34%	5,44%	100,00%	83,74%	-16,26%
Adiantamentos a clientes	R\$ 44.365,00	R\$ 74.600,00	2,67%	4,61%	100,00%	168,15%	68,15%
Representantes comissionados	R\$ 33.249,00	R\$ 25.757,00	2,00%	1,59%	100,00%	77,47%	-22,53%
Participação dos administradores	R\$ 7.915,00	R\$ 5.027,00	0,48%	0,31%	100,00%	63,51%	-36,49%
Provisões garantias	R\$ 21.512,00	R\$ 24.268,00	1,29%	1,50%	100,00%	112,81%	12,81%
Outras contas a pagar	R\$ 144.866,00	R\$ 97.870,00	8,72%	6,04%	100,00%	67,56%	-32,44%
<b>TOTAL DO PASSIVO CIRCULANTE</b>	<b>R\$ 1.661.724,00</b>	<b>R\$ 1.619.266,00</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>97,44%</b>	<b>-2,56%</b>

<b>PASSIVO NÃO CIRCULANTE</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>ANALISE VERTICAL 2016</b>	<b>ANALISE VERTICAL 2017</b>	<b>ANALISE HORIZONTAL 2016</b>	<b>ANALISE HORIZONTAL 2017</b>	<b>VARIAÇÃO A.H % (2016 - 2017)</b>
Empréstimos e financiamentos	R\$ 1.374.172,00	R\$ 1.109.595,00	95,56%	93,69%	100,00%	80,75%	-19,25%
Provisão para perda em investimento		R\$ 7.636,00	0,00%	0,64%	100,00%		
Provisão para contingências	R\$ 35.345,00	R\$ 64.770,00	2,46%	5,47%	100,00%	183,25%	83,25%
Outras contas a pagar	R\$ 28.511,00	R\$ 2.373,00	1,98%	0,20%	100,00%	8,32%	-91,68%
<b>TOTAL DO PASSIVO NÃO CIRCULANTE</b>	<b>R\$ 1.438.028,00</b>	<b>R\$ 1.184.374,00</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>82,36%</b>	<b>-17,64%</b>

Tabela 2 – Análise de Balanço Patrimonial Vertical e Horizontal dos Passivos.  
Fonte: Autores (2019)

Referente aos passivos observou-se, na Tabela 2, que no ano de 2016 o passivo circulante representava 53,61% de todo o grupo dos passivos, em 2017 este valor passou para 57,76%. Em virtude disto, o passivo não circulante representou 46,39% no ano base em relação ao grupo, e no ano de 2017 este valor representou apenas 42,24%. Pode-se destacar em relação que a maior valor/percentual do passivo circulante se refere a empréstimos e financiamentos. No ano base o valor representava R\$ 925.062,00 (55,67%), já em 2017, este valor reduziu para R\$831.071,00 (51,32%), o que nos permite inferir que a empresa amenizou as suas dívidas com as instituições financeiras. Além disso, analisando verticalmente os passivos não circulantes, constata-se que a empresa reduziu o valor de outras contas a pagar entre 2016 e 2017, saindo de 1,98% para 0,20%. Da mesma forma, notou-se que o valor de provisões para contingências neste grupo aumentou de 2,46% em 2016 para 5,47% em 2017.

<b>PATRIMÔNIO LIQUIDO</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>ANALISE VERTICAL 2016</b>	<b>ANALISE VERTICAL 2017</b>	<b>ANALISE HORIZONTAL 2016</b>	<b>ANALISE HORIZONTAL 2017</b>	<b>VARIAÇÃO A.H % (2016 - 2017)</b>
Capital social	R\$ 1.264.622,00	R\$ 1.264.622,00	68,86%	66,60%	100,00%	100,00%	0,00%
Reservas de capital	R\$ 6.982,00	R\$ 6.487,00	0,38%	0,34%	100,00%	92,91%	-7,09%
Reservas de lucros	R\$ 502.955,00	R\$ 557.985,00	27,39%	29,39%	100,00%	110,94%	10,94%
Ajustes de avaliação patrimonial	R\$ 84.807,00	R\$ 91.472,00	4,62%	4,82%	100,00%	107,86%	7,86%

Ações em tesouraria	-R\$ 22.957,00	-R\$ 21.797,00	-1,25%	-1,15%	100,00%	94,95%	-5,05%
<b>TOTAL DO PATRIMÔNIO LÍQUIDO</b>	<b>R\$ 1.836.409,00</b>	<b>R\$ 1.898.769,00</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>103,40%</b>	<b>3,40%</b>

Tabela 3 – Análise de Balanço Patrimonial Vertical e Horizontal do Patrimônio Líquido.  
Fonte: Autores (2019)

Iniciando-se a análise do patrimônio líquido da Tabela 3, percebe-se que o maior percentual do grupo está representado pelo capital social. No ano de 2016 o valor chegou a ter uma representatividade de 68,86%, já em 2017 este valor sofreu uma redução para 66,60%, o que nos permitiria afirmar que o poder financeiro da empresa diminuiu. Ainda analisando verticalmente constatou-se que a reserva de lucros da empresa aumentou em 2,00%, resultando em 2017 em 29,39%, ou seja, isto significa que houve um aumento nos lucros obtidos pela empresa. Além disso, cabe destacar o aumento no percentual de ajustes de avaliação patrimonial. Em 2016 o valor tinha representatividade de 4,62% em relação ao grupo do patrimônio líquido, mas em 2017 este valor passou para 4,82%, isso significa que a empresa teve um aumento de 0,20% na avaliação dos seus bens em relação ao valor justo. Por meio das equações 2 a 12, apresentadas anteriormente, foi possível encontrar os índices de análise do Balanço da empresa, apresentados na Tabela 4.

<b>ÍNDICE</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Índice de Liquidez Corrente	1,84	1,74
Índice de Liquidez Seca	1,56	1,42
Índice de Caixa	0,73	0,59
Índice de Endividamento Geral	63%	60%
Quociente Dívida / Capital Próprio	169%	148%
Multiplicador de Capital Próprio	270%	249%
Cobertura de Juros	3,13	5,42
Cobertura de Caixa	3,54	8,07
Margem de Lucro	8,64%	2,86%
Retorno do Ativo	4,48%	1,74%
Retorno do Capital Próprio	12,12%	4,32%

Tabela 4 – Índices Financeiros de análise do Patrimônio Líquido.  
Fonte: Autores (2019)

Por meio da análise da Tabela 4, percebe-se que o índice de liquidez corrente no ano de 2016 foi de 1,84. Isto nos diz que para cada R\$ 1,00 de passivo circulante existe R\$ 1,84 de ativo circulante para cobertura. Nessa mesma concepção, o ILC de 2017 foi de 1,74, ou seja, para cada R\$ 1,00 de ativo circulante, existe R\$ 1,74 para cobertura. Além disso, pode-se constatar que houve uma redução de R\$ 0,10 de 2016 para 2017, isso implica que a empresa deve estar em sinal de alerta, pois este índice quanto maior, melhor será a situação da empresa quanto à liquidez.



Referente ao índice de liquidez seca (ILS) consta-se que houve uma redução entre os anos de estudo, o que teoricamente demonstra que não é algo bom, pois quanto maior o ILS, ao passar dos anos, melhor para a empresa. Em 2016, percebe-se que foi de 1,56 vezes, onde o estoque representa 15,44% do ativo circulante. Já em 2017 o índice foi de 1,42 vezes, e o estoque tem uma representatividade de 18,47% em relação ao ativo circulante.

Analisando o índice de liquidez imediata (ILI), nos deparamos que em 2016 o índice representou 0,73 vezes, e em 2017 representou apenas 0,59 vezes. Neste caso, pode-se inferir que não é uma situação confortável para a empresa, pois segundo a teoria, quando o índice é menor do que 1 a situação é ruim, e acima de 1 é bom.

A empresa de estudo teve R\$0,63 de capital de terceiros para cada R\$ 1,00 de ativo. Portanto, existem R\$ 0,37 de capital próprio (1 - 0,63) para cada R\$ 0,63 de dívida. Já em 2017, o IEG foi de R\$0,40 de capital próprio para cada R\$0,60 de dívida. Relacionado ao índice de dívida, constatou-se que, em 2016, para cada R\$ 1 de capital próprio, R\$ 1,69 é de terceiros, ou 169%. Fato que mudou em 2017, passando a ser R\$ 1,48 de capital de terceiros para cada R\$ 1 de capital próprio, ou seja, 148%.

Notou-se quanto ao índice multiplicado de capital próprio (MCP) que em 2016 o total do ativo foi de 2,71 do capital próprio. Em 2017 o total do ativo foi de 2,49 do capital próprio, assim obtendo uma redução. O índice de cobertura de juros em 2016 foi de 3,13. Tal valor nos permite afirmar que para cada R\$ 1,00 de compromisso a empresa tem R\$ 3,13 de juros. Nesta mesma concepção pode ser interpretado o ano de 2017, onde a empresa teve R\$ 5,42 de juros para cada R\$1,00 de compromisso.

Quanto ao índice de cobertura de caixa (CC), reparou-se que em 2016 a empresa conseguiu cobrir os juros em 3,54 vezes. Já em 2017, a empresa conseguiu cobrir 8,07 das vezes os juros. No caso da margem de lucro, percebemos que a empresa, em termos contábeis, gerou um pouco mais que 8 centavos em 2016, e aproximadamente 3 centavos em 2017 de lucro real de vendas realizadas.

No que tange a análise do retorno do ativo, percebe-se que o valor em 2016 foi de 4,48%, sofrendo uma redução de 2,74% que resultou em 1,74% no ano de 2017. Dessa forma, isto pode ser interpretado como um mal sinal para a empresa, pois a empresa em 2017 perdeu muito mais sobre seus ativos do que no ano de 2016. Na análise do retorno do capital próprio, a empresa gerou aproximadamente 12 centavos de lucro no ano de 2016, e 4 centavos em 2017, mas isso apenas em termos contábeis.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo propôs uma análise de uma empresa fabricante de carrocerias de ônibus, onde foi realizado um estudo das principais demonstrações contábeis dos anos de 2016 e 2017 com o intuito de diagnosticar a situação econômica da empresa.

À vista disso, através da análise vertical e horizontal dos ativos, passivos e patrimônio líquido, constatou-se que, apesar do aumento da produção de carrocerias em 2017, a empresa ainda não consegue acompanhar a demanda, resultando em perdas de vendas. Além disso, notou-se que a companhia reduziu suas dívidas com os Bancos e Instituições Financeiras em 4,35% em relação ao ano de 2016. Contudo, ressalta-se que o poder aquisitivo ativo da organização reduziu, não substancialmente, porém, isto deve ser entendido como um fator de atenção.

No que diz respeito aos índices que retratam a liquidez, a companhia não se manteve bem nesse aspecto. Todos os índices (liquidez corrente, liquidez seca e caixa) sofreram reduções, assim a empresa poderá ter dificuldades para cumprir com suas obrigações, seja em longo, médio e curto prazo.

Nos índices de rentabilidade, observou-se que a empresa não está tendo retornos e rendimentos dos investimentos realizados. Apesar de existir certo percentual de rentabilidade, esse valor reduziu consideravelmente em 2017. Sendo assim, é preciso que a companhia analise sua situação atual e busque estratégias para reverter esse quadro, seja por meio de novos projetos para a redução dos custos operacionais como para o aumento da sua receita.

## REFERÊNCIAS

- GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. 14. ed. Pearson Education do Brasil: São Paulo, 2017.
- HIGGINS, Robert C. **Análise para administração financeira**. 10. ed. AMGH: Porto Alegre, 2014.
- LUZ, Érico. **Práticas Financeiras**. Pearson Education do Brasil: São Paulo, 2017.
- MEGLIORINI, Evandir. **Administração Financeira**. Pearson Prentice Hall: São Paulo, 2012.
- PADOVEZE, Clovis L. **Administração Financeira: uma abordagem global**. Saraiva: São Paulo, 2016.
- ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey; LAMB, Roberto. **Administração Financeira**. 10. ed. AMGH: Porto Alegre, 2015.



**ANÁLISE ESTATÍSTICA DO  
PROCESSO DE PRODUÇÃO DE  
ALFACES HIDROPÔNICAS COM  
BASE EM DADOS COLETADOS POR  
SENSORES**

STATISTICAL ANALYSIS OF THE HYDROPONIC LETTUCE PRODUCTION  
PROCESS BASED ON SENSOR DATA

**Marcelo Anderson Carlet**

**Carla Adriana Pizarro Schmidt**

**Pedro Luiz de Paula Filho**

**Lucas Marujo**

**Jandrei Sartori Spancerski**

## Resumo

**A**gricultura vem evoluindo constantemente e a nova era da produção tem sido denominada de Agricultura 4.0, onde se encaixa o cultivo controlado por sensores e por vezes completamente automatizado, pois, as características climáticas do ambiente de cultivo hidropônico podem interferir na qualidade e produtividade das culturas. O presente estudo objetivou instalar dois sensores para controlar três parâmetros de um cultivo hidropônico de alface, a saber: a umidade relativa e a temperatura do ar ambiente dentro da estufa e temperatura da solução nutritiva utilizada no cultivo. Para tanto montou-se uma pequena estufa hidropônica e os sensores foram ligados a um Arduino Uno, os dados foram coletados de 20 em 20 minutos. A análise estatística foi realizada após a coleta de uma amostra de 278 dados, com auxílio da planilha Microsoft® Excel e o software Action Stat®. Percebeu-se que os resultados indicaram uma variação nos valores, porém de forma gradativa, o que não ocasionou instabilidade ao processo, que permaneceu sob controle estatístico ao longo de todo o tempo, para todas as variáveis acompanhadas. Observou-se que o clima do local, ao longo do experimento, não foi capaz de fornecer às plantas as faixas ideais de temperatura e umidade relatadas como ótimas pela literatura. Todas as plantas sobreviveram aos 55 dias de cultivo e se desenvolveram bem, apesar das características ideais não terem sido atingidas em todo o tempo. Com a elaboração desse sistema, faz-se possível novas avaliações das plantas produzidas sob diferentes condições climáticas.

**Palavras chave:** Agricultura Inteligente, Análise de Capabilidade do Processo, Arduino.

## Abstract

**A**griculture has been constantly evolving and the new era of production has been called Agriculture 4.0, where it fits sensor-controlled and sometimes fully automated farming, as the climatic characteristics of the hydroponic farming environment can interfere with crop quality and productivity. . The present study aimed to install two sensors to control three parameters of a hydroponic lettuce crop, namely: relative humidity and ambient air temperature inside the greenhouse and temperature of the nutrient solution used in the crop. For this purpose a small hydroponic greenhouse was set up and the sensors were connected to an Arduino Uno, the data were collected every 20 minutes. Statistical analysis was performed after collecting a sample of 278 data, using the Microsoft® Excel spreadsheet and Action Stat® software. It was noticed that the results indicated a variation in the values, but gradually, which did not cause instability to the process, which remained under statistical control throughout the time for all variables followed. It was observed that the local climate, during the experiment, was not able to provide the plants with the ideal temperature and humidity ranges reported as optimal by the literature. All plants survived 55 days of cultivation and developed well, although the ideal characteristics were not achieved all the time. With the elaboration of this system, new evaluations of plants produced under different climatic conditions are possible.

**Key-words:** Intelligent Agriculture, Process Capability Analysis, Arduino.



## 1. INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial e a melhoria do padrão de vida em muitos países, criaram uma forte demanda por produtos agrícolas de alta qualidade, muitas vezes necessitando-se do cultivo de plantas fora de sua estação normal de cultivo. O resultado dessas tendências foi o uso ampliado de uma vasta gama de sistemas de cultivo protegidos, chegando às estufas totalmente climatizadas, onde inicialmente se utilizava o solo e depois evoluiu-se para o cultivo sem solo, denominado de cultivo hidropônico (RAVIV et al., 2019).

Depois da criação desses sistemas de cultivo, o setor continuou se modernizando, a nova era da produção vem sendo denominada como *Agri-Food 4.0*, ou em tradução livre para português, Agricultura 4.0, nessa tendência, a aplicação de novas tecnologias de informação e comunicação, bem como a construção e aplicação de sensores ou outras tecnologias que possibilitem a automação, conectividade e digitalização são indispensáveis e ocasionam um impacto positivo na melhoria da qualidade do processo produtivo, aumentando a capacidade e o controle da produção, porém seu desenvolvimento e aplicação envolvem os vários campos da engenharia, mecânica, elétrica, eletrônica e algum conhecimento dos softwares e sua programação, sendo dessa forma um campo multidisciplinar (MIRANDA et al., 2019).

Essa evolução da agricultura vem tornando-a cada dia mais “inteligente”, pois com a aplicação de tecnologias modernas, os parâmetros do cultivo podem ser detectados em tempo real, por meio de sensores, instalados dentro dos sistemas de cultivo em estufas. Tal fato, aliado a avaliação dos parâmetros de controle e interligação a sistemas de ação automatizados, pode manter o processo sob controle, tornando-o capaz de manter o ambiente o mais próximo daquele que forneça conforto ideal às plantas, em termos de temperatura, umidade, iluminação, pH e condutividade elétrica, que resulte em um aumento da qualidade e produção agrícola (ALIPIO et al. 2019).

O aumento na concentração de CO<sub>2</sub> em estufas hidropônicas e a elevação da umidade relativa do ar, de acordo com Suzuki et al. (2015), foi capaz de aumentar a produtividade de tomates cultivados em hidroponia. Os mesmos autores ainda ressaltam que a umidade relativa do ar é um componente essencial do controle ambiental das estufas, por interferirem na produtividade das plantas. Cortella et al. (2014), sugerem que a temperatura da solução nutritiva desempenha um papel relevante no crescimento e desenvolvimento de plantas cultivadas em hidroponia, afetando assim a produtividade e a qualidade. Roupheal et al. (2018), explicam que em condições de estufa a temperatura ambiente e a temperatura da zona das raízes possuem igual importância para o desenvolvimento das plantas bem como para a manutenção da qualidade dos vegetais produzidos.

Diante desse contexto, o presente estudo teve por finalidade a construção de uma estufa de hidroponia, com a instalação de dois sensores conectados a um microcontrolador, para coleta e posterior avaliação estatística de uma amostragem de dados, referentes a umidade relativa e temperatura ambientes e temperatura da solução nutritiva, coletados no ambiente da estufa, ao longo do processo de cultivo de alface hidropônica.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, uma estufa hidropônica com 3 m de largura x 4 m de profundidade x 6 m de altura, coberta com plástico transparente e contornada com tela sombrite foi construída nas dependências da UTFPR Campus Medianeira (Figura 1). Foram instalados 10 perfis de PVC para circulação da solução nutritiva com tamanho de 8 cm x 4 cm em barras com 70 cm cada.



Figura 1. Estufa para produção hidropônica de alface implantado nesse estudo.  
Fonte: Autoria Própria (2019)

Para o cultivo escolheu-se a técnica NFT (*Nutrient Film Technique*) descrita por Eek Son et al. (2016), na qual as raízes das plantas crescem dentro de um tubo e ficam circundadas por solução aquosa com nutrientes dissolvidos, a qual nesse estudo foi circulada por meio de uma bomba de 24 volts TSA (838003A).

Para a coleta dos dados, dois diferentes sensores foram ligados a um Arduino Uno, sendo que um dos sensores realizava a leitura da temperatura e umidade do ar (DHT11) e outro a leitura da temperatura da solução nutritiva (DS18B20), utilizada para alimentação do sistema de circulação de nutrientes das plantas de acordo com a Figura 2.

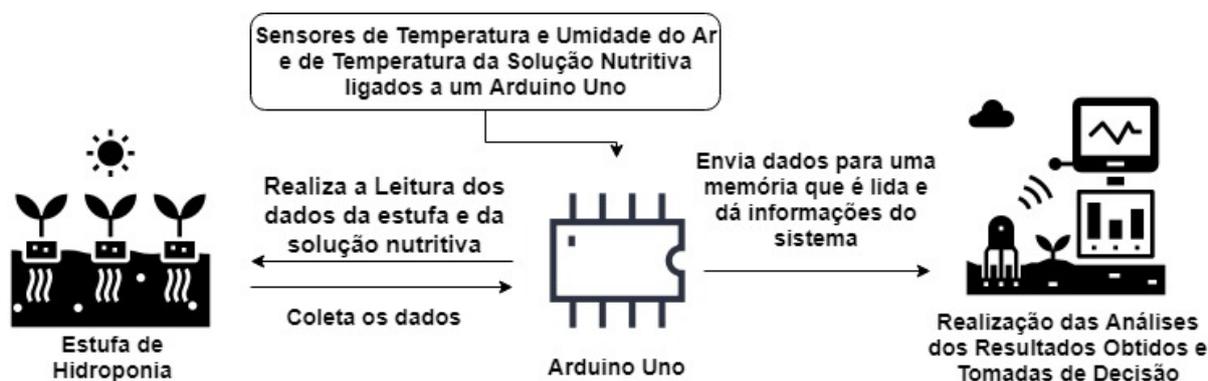


Figura 2. Esquema ilustrativo do sistema de monitoramento da produção hidropônica de alface do estudo. Fonte: Autoria Própria (2019)

Posteriormente os 278 dados de cada uma das três diferentes variáveis, coletados pelo sistema, em intervalos de 20 minutos, armazenados em uma memória, foram passados para um computador no formato de texto, sendo na sequência importados para planilhas do Microsoft® Excel onde foram construídos gráficos para visualização do comportamento dos dados e com auxílio do software Action® Stat. Elaborou-se uma análise descritiva, uma avaliação de correlação entre os dados e a construção de um modelo de regressão. Na sequência, construiu-se os gráficos de controle estatístico do processo (CEP) e análises de capacidade, para as três variáveis do processo de produção acompanhados. Os valores limites superiores e inferiores utilizados para a avaliação da capacidade do processo foram baseados nos indicados por Alipio et al. (2019), umidade relativa entre 50 e 80 %, temperatura da solução nutritiva entre 22 e 28 °C e temperatura ambiente conforme recomendado por Esmaeli e Roshandel (2020), na faixa entre 10 a 22 °C.

A coleta teve início no meio do primeiro dia (15/07) e o período de leitura foi encerrado no meio do quinto dia (19/07). As plantas nesse período tinham 10 dias de plantio no primeiro dia e ao final do período de acompanhamento dos dados estavam com 15 dias. As análises da correlação e regressão, bem como a estatística básica, foram realizadas com o conjunto completo dos dados, enquanto que as análises de CEP e de capacidade foram construídas com os dados diários dos 3 dias completos, visando a avaliação de uma amostragem em triplicata para essas avaliações.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se a priori a variação dos dados de temperatura e umidade relativa do ar no ambiente da estufa, bem como a temperatura da solução nutritiva, por meio da construção de gráficos que ilustraram o comportamento dessas variáveis ao longo do tempo de estudo (Figuras 3 e 4).

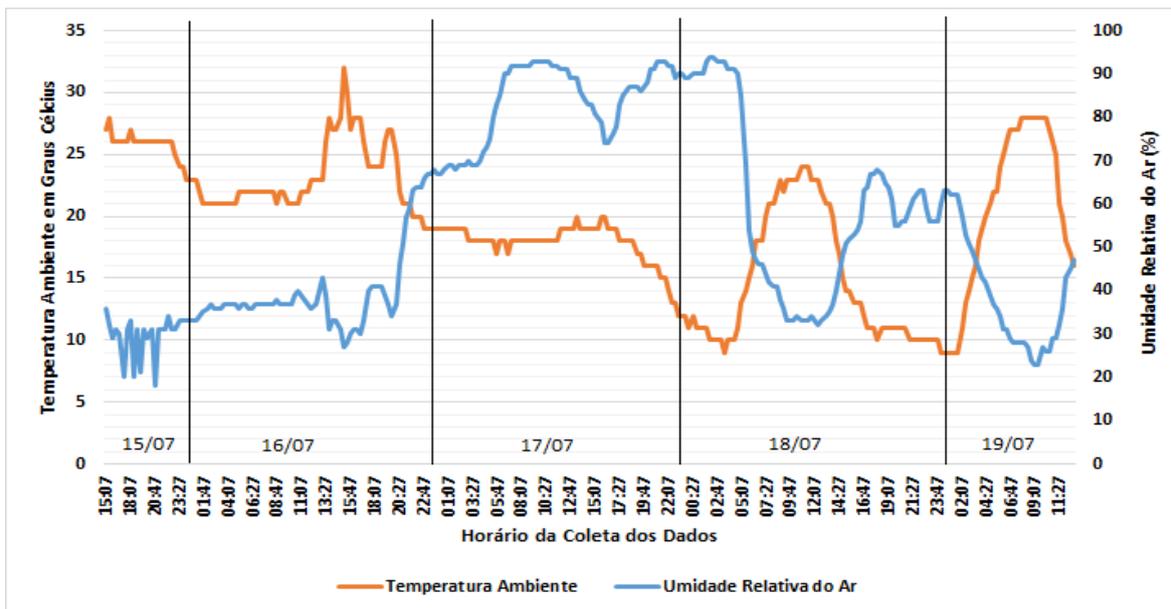


Figura 3 – Gráfico de tendências da variação da umidade relativa (%) e da temperatura ambiente dentro da estufa de produção hidropônica.  
Fonte: Autoria Própria (2019)

No dia 16/07 a noite ocorreu uma leve chuva, que alterou a umidade relativa do ambiente, porém como foi uma precipitação muito pequena, próxima de 0,2 mm, a umidade do ar voltou a cair nos dias seguintes. Pôde-se observar também que a temperatura ambiente reduziu bastante após a chuva e continuou a baixar ao longo do dia 17/07, tendo voltado a subir apenas nos horários mais quente do dia 18/07.

Ao longo de todo o período acompanhado, percebeu-se um comportamento muito semelhante entre a elevação e redução da temperatura do ambiente e da solução nutritiva, utilizada no processo de produção, entretanto a temperatura do ambiente esteve sempre mais elevada. Nos maiores picos de elevação, a temperatura da solução nutritiva não foi capaz de acompanhar a temperatura ambiente, não chegando àqueles valores tão elevados.

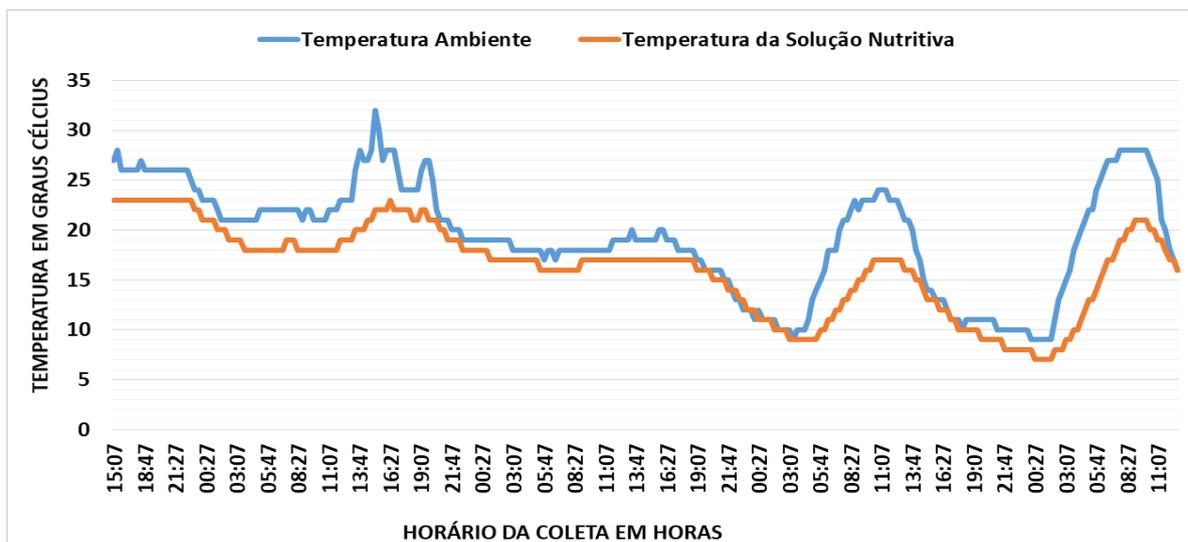


Figura 4 – Gráfico de tendências da Temperatura do Ambiente da Estufa e da Temperatura da Solução Nutritiva utilizada na Hidroponia ao longo do período acompanhado.  
Fonte: Autoria Própria (2019)

Realizou-se na sequência uma análise estatística descritiva dos dados e uma avaliação da correlação entre as variáveis acompanhadas, os resultados podem ser observados nas Tabelas 1 e 2. Pelos valores encontrados na análise descritiva, notou-se que a umidade relativa do ar ao longo do período acompanhado variou bastante devido à chuva ocorrida, essa foi a variável que apresentou o maior coeficiente de variação e um elevado desvio padrão, os demais parâmetros apresentaram um comportamento bastante semelhante, com desvios padrão baixos e coeficientes de variação médios.

	<b>Umidade Relativa do Ar Ambiente da Estufa</b>	<b>Temperatura do Ar no Ambiente da Estufa</b>	<b>Temperatura da Solução Nutritiva</b>
Mínimo	18,00	9,00	7,00
Média	55,20	19,37	16,16
Mediana	47,50	19,00	17,00
Máximo	94,00	32,00	24,00
Desvio Padrão	23,34	5,45	4,51
Coeficiente de Variação	0,42	0,28	0,28

Tabela 1 – Resultados da análise descritiva dos dados das variáveis acompanhadas pelos sensores ao longo do experimento.

Fonte: Aatoria Própria (2019)

<b>Variáveis Comparadas</b>	<b>Horário do Dia</b>	<b>Umidade Relativa do Ar (%)</b>	<b>Temperatura do Ambiente (°C)</b>	<b>Temperatura da Solução Nutritiva (°C)</b>
Horário do Dia	1	0,176175	-0,45966	-0,68005
Umidade Relativa do Ar (%)	-	1	-0,69043	-0,48903
Temperatura do Ambiente (°C)	-	-	1	0,892725
Temperatura da Solução Nutritiva (°C)	-	-	-	1

Tabela 2 – Tabela de Correlação entre as variáveis acompanhadas pelos sensores

Fonte: Aatoria Própria (2019)

A maior correlação foi encontrada entre a temperatura ambiente e a temperatura da solução nutritiva, esta foi positiva e da ordem de 89 %, dessa forma, ambas aumentam proporcionalmente. Com isso, realizou-se a construção de um modelo de regressão linear simples entre essas variáveis, para verificar a possibilidade de previsão de uma variável com base na outra a depender do ajuste do modelo o qual se ajustou bem e apresentou um  $R^2$  de 77,8 % (Figura 5).

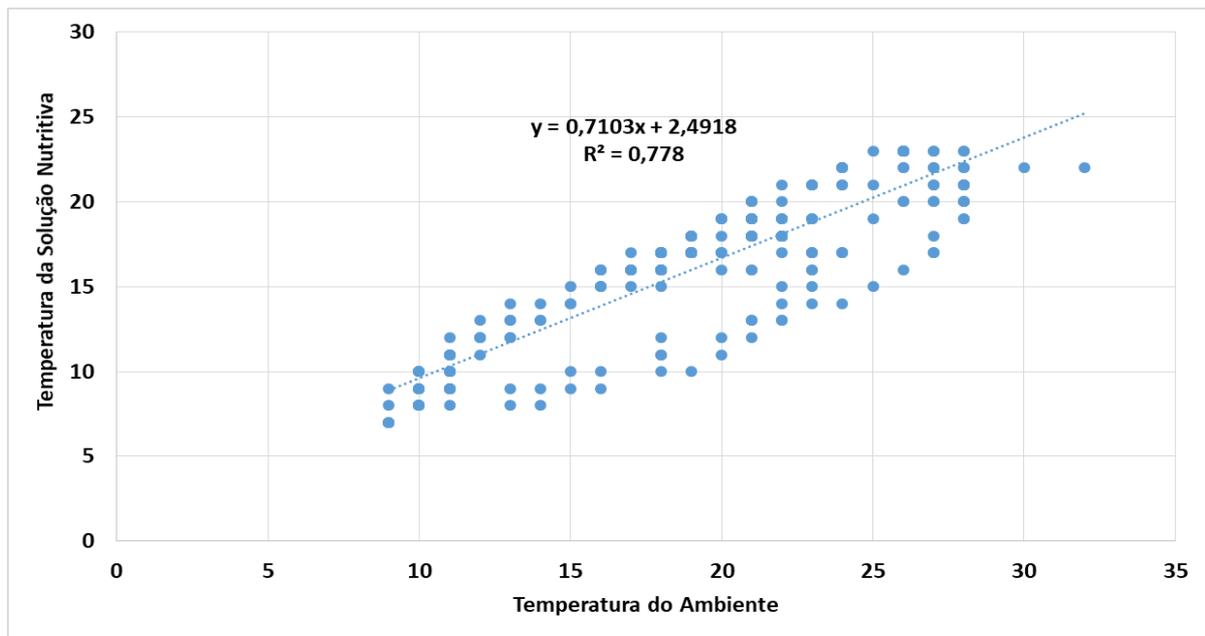


Figura 5 – Gráfico ilustrativo da regressão simples encontrada entre a Temperatura do Ambiente da Estufa e a Temperatura da Solução Nutritiva utilizada na Hidroponia.  
 Fonte: Autoria Própria (2019)

A obtenção desse modelo estatístico é interessante nesse tipo de estudo, pois, em alguns momentos pode-se ter alguma falha em leituras e a possibilidade de estimar valores dos parâmetros acompanhados para o local específico, com base em valores lidos por um dos outros sensores é interessante. Cabe destacar que para isso, mesmo o modelo tendo ficado relativamente bem ajustado, só deve ser utilizado na faixa de temperatura para a qual foi construído, sendo necessários mais estudos para a avaliação da correlação e adesão do mesmo modelo a dados climáticos diferenciados. É muito provável que a equação não se ajuste em condições de temperaturas mais elevadas, tendo em vista que na observação da Figura 2 já se notou que a temperatura da solução não foi capaz de acompanhar os picos maiores de elevação da temperatura ambiente, fortalecendo a predição supracitada.

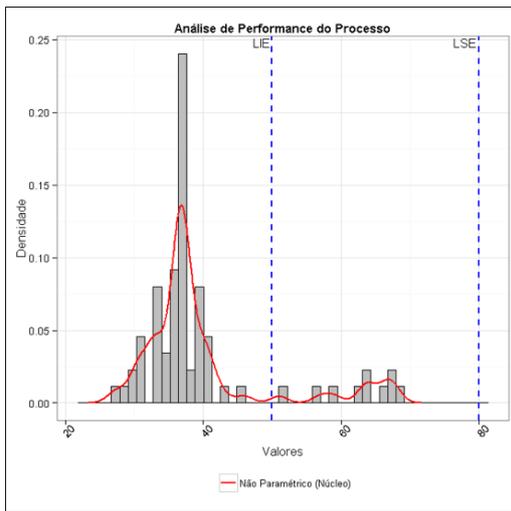
Com base nas análises estatísticas utilizadas, percebeu-se que os dados referentes à umidade relativa do ambiente (Figura 6), não apresentaram uma distribuição normal e dessa forma os testes não paramétricos foram escolhidos para realização das análises. Os valores de umidade relativa do ar se alteraram bastante ao longo dos 3 dias, provavelmente por conta do evento de precipitação, tendo em vista que nenhum controle extra de umidade foi utilizado na estufa, porém esta variação se deu de forma gradual, o que não chegou a tirar o processo de controle (Figuras 6B, 6D, 6F). Em relação à capacidade, notou-se que não foi capaz em nenhum dos três dias em se manter dentro dos limites ideais descritos por Alipio et al. (2019) para as plantas, sendo que no primeiro dia houve mais tempo com uma umidade inferior a ideal, no segundo dia a umidade ficou acima do ideal e no último dia teve períodos acima e abaixo do ideal (Figuras 6A, 6C, 6E).

Notou-se que os dados referentes à temperatura do ambiente (Figura 7) também não apresentaram uma distribuição normal, por esse motivo os testes utilizados na análise foram não paramétricos. Os valores encontrados oscilam bastante

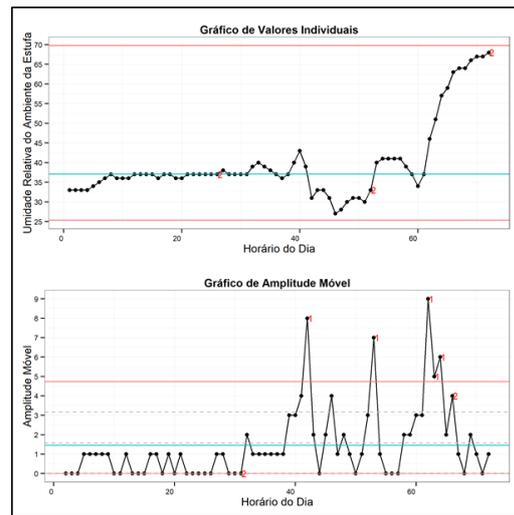
ao longo dos 3 dias, porém de forma gradual, o que não chegou a tirar o processo de controle (Figuras 7H, 7J, 7L). Em relação à capacidade do processo, notou-se que essa variável atende as especificações de temperatura ideal para o cultivo de alface descritas por Esmaeli e Roshandel (2020) apenas no segundo dia, em que as temperaturas se reduziram, provavelmente devido ao evento de precipitação ocorrido (Figuras 7G, 7I, 7K). Tendo em vista que as plantas de alface se adaptam melhor a climas mais frios e que na região de aplicação do estudo o clima é tropical, sendo assim, mais quente que o ideal para as plantas, o cultivo sem nenhum tipo de alteração de temperatura ambiente das estufas dificilmente é capaz de fornecer a temperatura ideal descrita pela literatura. Seabra Junior et al. (2009), explicam que a elevação da temperatura pode levar as plantas a um pendoamento precoce e as folhas podem tornar-se menos macias, se deve a esses fatos a preferência pela manutenção das plantas em cultivos sob temperatura mais amenas.

Em relação aos dados referentes à temperatura da solução nutritiva (Figura 8), também se aplicou a análise não paramétrica pois os dados não seguem uma distribuição normal, e se modificaram bastante ao longo dos 3 dias, igualmente de forma gradual, o que não tirou o processo de controle (Figuras 8N, 8P, 8R). Na análise da capacidade do processo, notou-se que não foi capaz de manter-se dentro dos limites ideais de temperatura da solução nutritiva recomendados por Alipio et al. (2019) para as plantas de alface, sendo que ao longo de todo o período esteve abaixo da temperatura máxima recomendada pelo autor (Figuras 8M, 8O, 8Q). Devido à época de cultivo ter sido realizada no inverno esse fato não é uma surpresa e esperava-se realmente que a solução nutritiva se mantivesse abaixo desse limite superior, mas, neste caso, em todos os dias ela esteve abaixo também do limite inferior o que nos leva a perceber que os limites desejáveis para as plantas não foram atingidos.

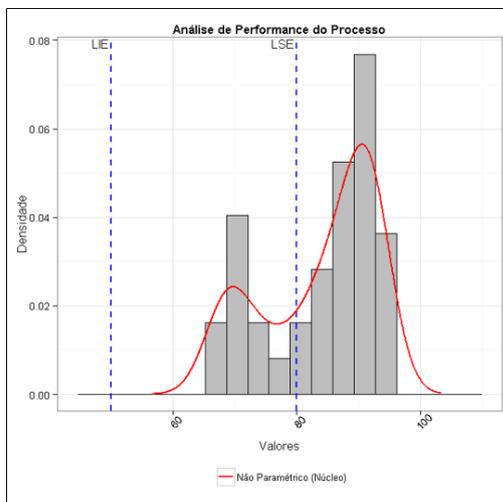
Cometti et al. (2013) perceberam que o resfriamento da solução proporcionou maior acúmulo de massa e elevação dos teores de água presente nas plantas, aumentando a produtividade da alface hidropônica em condições de clima tropical. Em seu experimento, a temperatura variou entre 24 e 29,9 °C na testemunha e não ultrapassou 26 °C no tratamento controlado, com resfriamento da solução. Economakis e Said (2002), ao compararem a solução nutritiva utilizada no cultivo hidropônico de alface a temperatura ambiente de 10 °C, com soluções aquecidas a 15 °C e 20 °C, observaram que o aquecimento da solução resultou em aumento do peso fresco da parte aérea, do conteúdo e absorção de água pelas plantas, do número de folhas por planta, sendo que apenas o peso seco da raiz foi menor na temperatura de 20 °C. Porém nenhum dos trabalhos citados estudaram se o aumento de peso e qualidade seria suficiente para pagar os custos do resfriamento ou aquecimento por eles avaliados. Em países subdesenvolvidos como o Brasil a relação custo-benefício deve ser sempre levada em conta.



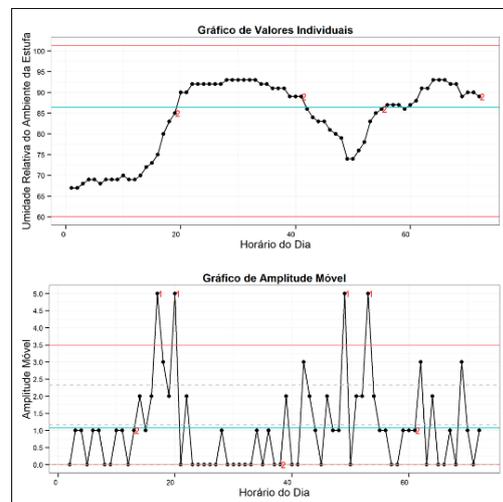
(A) Análise de Capabilidade – Dia 1



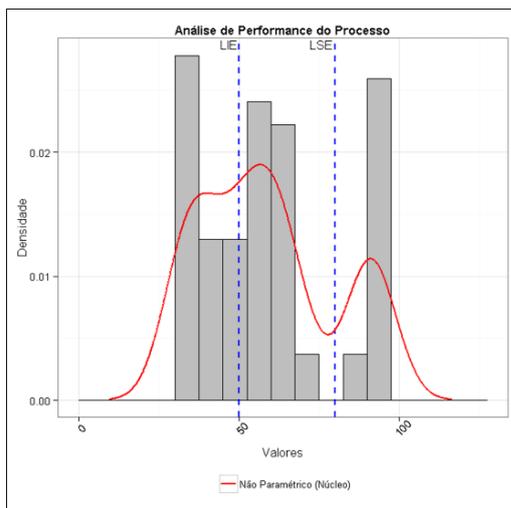
(B) Gráfico de CEP – Dia 1



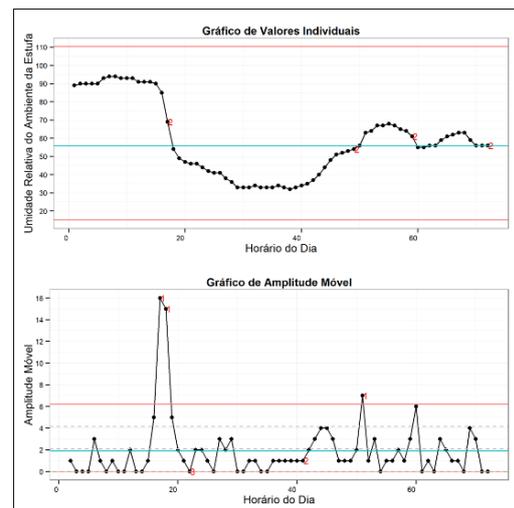
(C) Análise de Capabilidade – Dia 2



(D) Gráfico de CEP – Dia 2

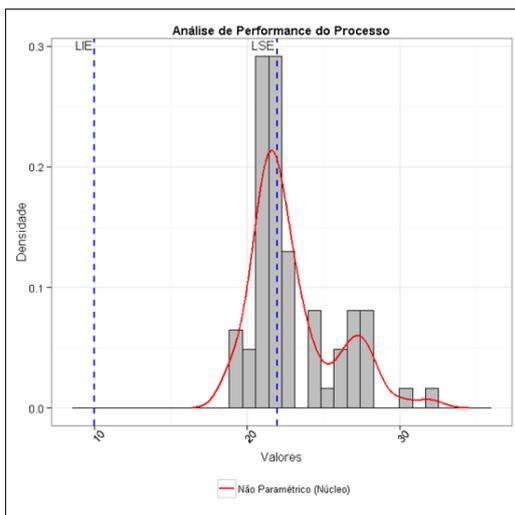


(E) Análise de Capabilidade – Dia 3

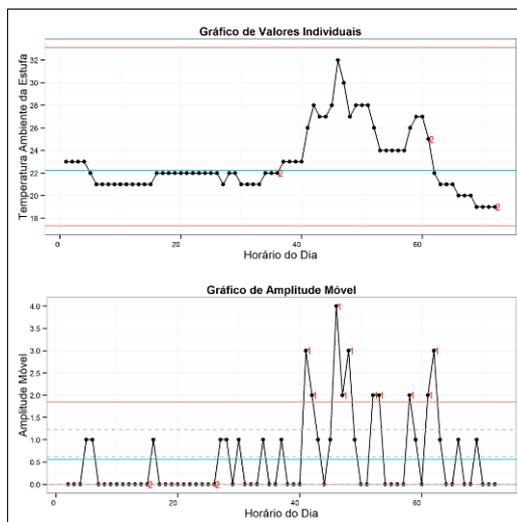


(F) Gráfico de CEP – Dia 3

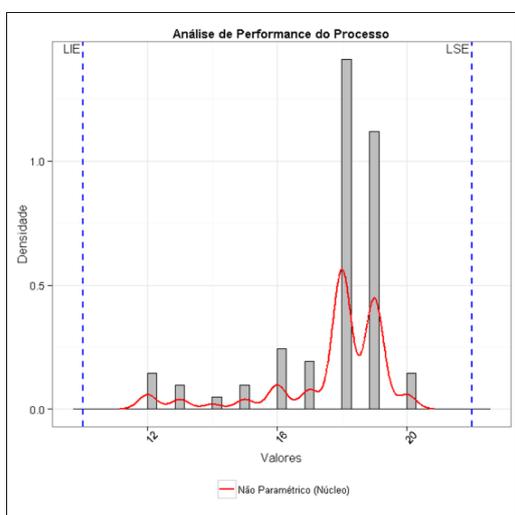
Figura 6 - Avaliação da Umidade Relativa do Ar por meio de Ferramentas de Controle Estatístico do Processo, Análises de CEP e Capabilidade do Processo  
Fonte: Autoria Própria (2019)



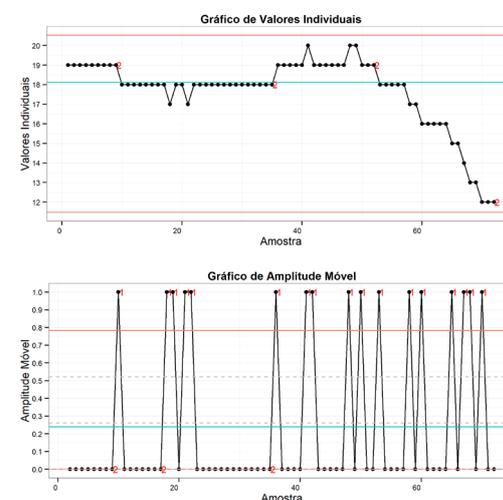
(G) Análise de Capacidade – Dia 1



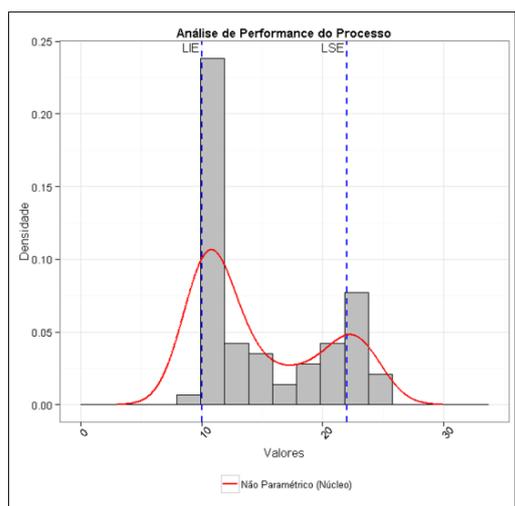
(H) Gráfico de CEP – Dia 1



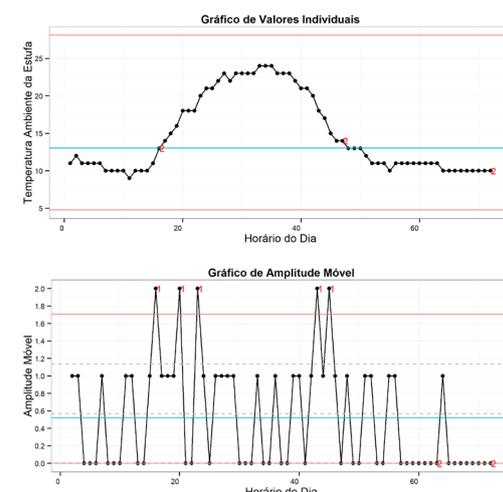
(I) Análise de Capacidade – Dia 2



(J) Gráfico de CEP – Dia 2

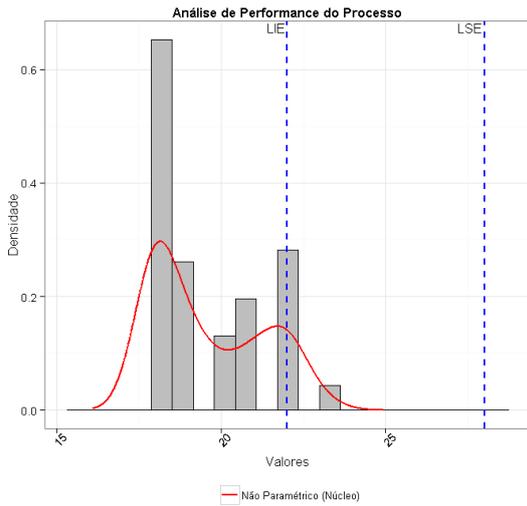


(K) Análise de Capacidade – Dia 3

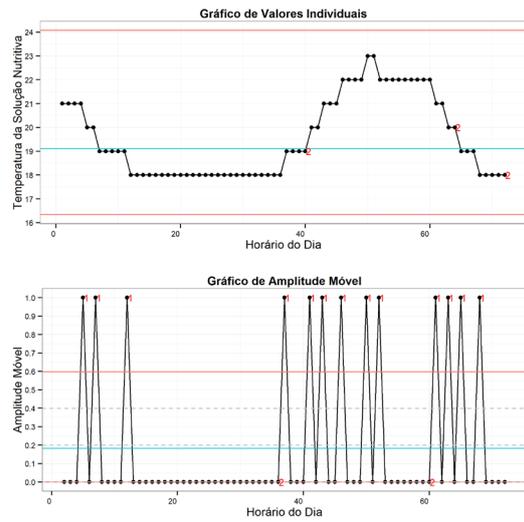


(L) Gráfico de CEP – Dia 3

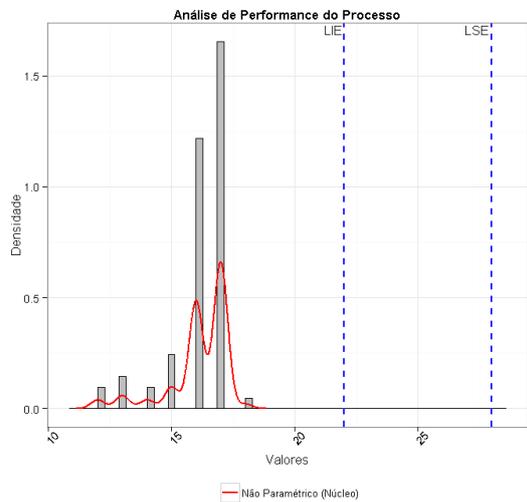
Figura 7 - Avaliação da Temperatura do Ar por meio de Ferramentas de Controle Estatístico do Processo, Análises de CEP e Capacidade do Processo  
Fonte: Autoria Própria (2019)



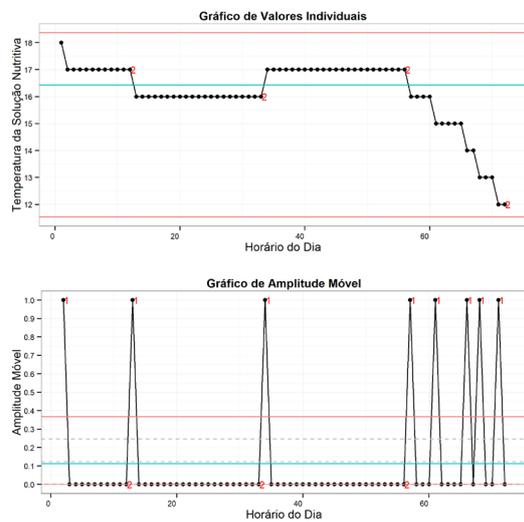
(M) Análise de Capabilidade – Dia 1



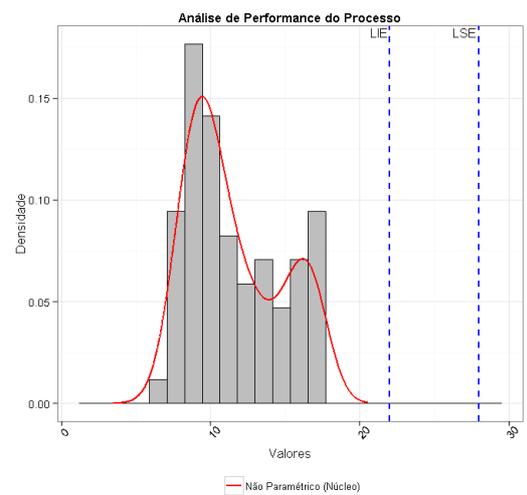
(N) Gráfico de CEP – Dia 1



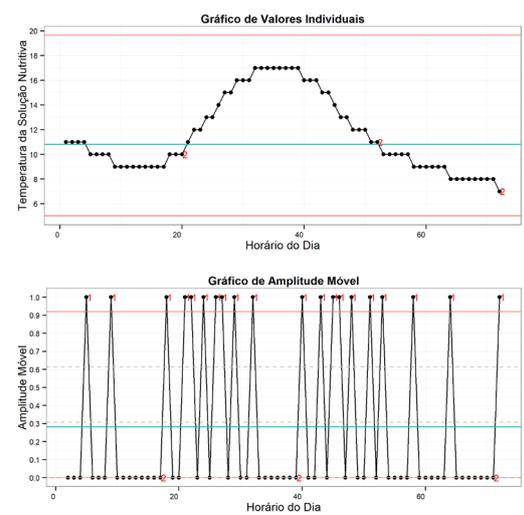
(O) Análise de Capabilidade – Dia 2



(P) Gráfico de CEP – Dia 2



(Q) Análise de Capabilidade – Dia 3



(R) Gráfico de CEP – Dia 3

Figura 8 - Avaliação da Temperatura da Solução Nutritiva por meio de Ferramentas de Controle Estatístico do Processo, Análises de CEP e Capabilidade do Processo

Fonte: Autoria Própria (2019)

Ao longo do tempo de cultivo acompanhado as plantas continuaram seu desen-



volvimento normalmente e mesmo após esse período nenhuma das plantas morreu até o final de seu crescimento e posterior colheita, a qual foi realizada após 55 dias e cultivo. A manutenção automatizada das temperaturas e da umidade relativa do ambiente adicionariam custos ao processo produtivo, o que não se sabe ao certo se traria ganhos compatíveis em termos de qualidade e produtividade das plantas, pois pequenos aumentos no peso das plantas poderiam não ser suficientes para pagar os custos de energia que seriam ocasionados ao cultivo para o aquecimento do ambiente e da solução nutritiva e para o aumento da umidade relativa do ambiente. Antes da completa automatização do sistema, recomenda-se mais estudos dos efeitos do clima nas plantas, objetivando o melhor entendimento do grau de influência que climas um pouco fora das faixas ideais descritas pela literatura são capazes de ocasionar nas culturas.

A instalação de controles que mantivessem o cultivo completamente dentro dos níveis ideais, certamente incorreriam em custos, tanto para aquecimento ou resfriamento do ambiente e da solução nutritiva, quanto para a nebulização intermitente do ambiente da estufa visando o aumento da umidade relativa do ar. Tecnicamente, não se tem como precisar se os valores gastos seriam recuperados por conta de um aumento da qualidade e ou produtividade das plantas, ao menos com os dados presentes, pois depende de uma análise de ciclo completo.

Após esses testes, comprovando-se o correto funcionamento do sistema em estudo, pretende-se realizar o acompanhamento do ciclo de produção completo de alfaces em diferentes épocas do ano sob diferentes temperaturas e umidades relativas com vistas a verificar a influência na produção em termos de qualidade e produtividade.

## 4. CONCLUSÃO

Ao final do estudo, pode-se concluir que mesmo em período de inverno a temperatura na estufa foi superior a indicada pela literatura para o cultivo de alface, apesar da temperatura da solução nutritiva ter conseguido se manter abaixo dos limites máximos recomendados, ficou também em grande parte do tempo abaixo do limite mínimo ideal.

Percebeu-se uma boa correlação entre a temperatura ambiente e a temperatura da solução nutritiva, construiu-se inclusive um modelo de regressão que com 77,8 % de certeza foi capaz de descrever a relação entre essas variáveis, com a ressalva de que o modelo só é recomendado dentro da faixa de temperaturas avaliadas e para o local do experimento.

Devido ao inverno desse ano estar sendo bastante seco, clima característico do local onde se desenvolveu o estudo, a umidade também só se aproximou do ideal após o evento de precipitação ocorrido, que mesmo tendo sido de poucos milíme-



tros, foi capaz de alterar o microclima da estufa por algum tempo, aproximado o local das condições mais adequadas de cultivo.

Os resultados indicam, portanto, que se for para se manter todas as condições ideais recomendadas, haveria a necessidade de se controlar todas as características do ambiente de cultivo o que tornaria a plantação das alfaces muito mais cara, possivelmente inviabilizando a produção. Cabe destacar que mesmo o ambiente não sendo o ideal descrito pela literatura para o cultivo as plantas continuaram se desenvolvendo, sem que nenhum problema fosse observado, destacando-se que não ocorreram mortes de plantas ao longo do período estudado.

A instalação e correto funcionamento dos sensores pôde ser verificada e a obtenção de um acompanhamento dos dados microclimáticos da estufa, o que aproxima o cultivo hidropônico comum de uma hidroponia mais moderna que caminha para a Agricultura 4.0 onde a automação e a agricultura de precisão serão indispensáveis.

Nos próximos cultivos os dados completos poderão ser coletados ao longo de todo o ciclo de cultivo e os resultados dos valores obtidos poderão ser confrontados com a qualidade do produto final obtido. Espera-se que os futuros resultados sejam capazes de trazer maiores informações sobre a adaptação dessa cultura a diferentes condições climáticas, com maior certeza e até mesmo possibilitem se estabelecer melhor os reais limites que as plantas são capazes de suportar, sem danos a sua qualidade e seu potencial de produção.

## REFERÊNCIAS

ALIPIO, M. I., DELA CRUZ, A. E. M., DORIA, J. D. A., FRUTO, R. M. S. On the design of Nutrient Film Technique hydroponics farm for smart agriculture. **Engineering in Agriculture, Environment and Food**, [s.l.], v.12, n.3, p. 315-324, 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eaef.2019.02.008>.

COMETTI, N. N.; BREMENKAMP, D. M.; GALON, K.; HELL, L. R.; ZANOTELLI, M. F. Cooling and concentration of nutrient solution in hydroponic lettuce crop. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.31, p.287-292, 2013.

CORTELLA, G. et al. Temperature control of nutrient solution in floating system cultivation. **Applied Thermal Engineering**, [s.l.], v. 73, n. 1, p.1055-1065, dez. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2014.08.068>.

ECONOMAKIS, C.D.; SAID, M. Effect of solution temperature on growth and shoot nitrate content of lettuce grown in solution culture. **Acta Horticulture**, n.579, p.411-415, 2002. <http://dx.doi.org/10.17660/Acta-Hortic.2002.579.71>.

EEK SON, J.; KIM, H.J.; AHN, T.I. Hydroponic Systems (Cap. 17). In: KOZAI, T; NIU,G; TAKAGAKI. M. **Plant Factory**. Academic Press, 2016, p.213-221. ISBN 9780128017753. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801775-3.00017-2>.

ESMAELI, H.; ROSHANDEL, R. Optimal Design for Solar Greenhouses Based on Climate Conditions. **Renewable Energy**, [s.l.], v.145, p.1255-1265, 2020. doi:10.1016/j.renene.2019.06.090.

MIRANDA, J. et al. Sensing, smart and sustainable technologies for Agri-Food 4.0. **Computers In Industry**, [s.l.], v.108, p.21-36, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2019.02.002>.



RAVIV, M. J.; LIETH, H.; BAR-TAL, A. (Editores). Significance of Soilless Culture in Agriculture (Cap. 01), p.3-14. In: RAVIV, M. J.; LIETH, H.; BAR-TAL, A. (Editores). **Soilless Culture**. 2.ed, Elsevier, 2019. ISBN 9780444636966. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63696-6.00001-3>.

ROUPHAEL, Y. et al. Improving vegetable quality in controlled environments. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 234, p.275-289, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2018.02.033>.

SEABRA JUNIOR, S.; SOUZA, S.B.S.; THEODORO, V.C.A.; NUNES, M.C.M.; AMORIN, R.C.; SANTOS, C.L.; NEVES, L.G. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, p.3171-3176, 2009.

SUZUKI, M. et al. Effects of relative humidity and nutrient supply on growth and nutrient uptake in greenhouse tomato production. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 187, p.44-49, maio 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.02.035>.

## AUTORES<sup>1</sup>

### Alcides da Silva Franco

Com uma carreira profissional totalmente voltada para indústrias sucroenergéticas, com visão ampla em todo processo produtivo de açúcar, etanol e bioeletricidade, especializado em sistemas de Extração de Caldo através do processo de Difusor, atuei nas maiores empresas do setor, ora como consultor obtendo o máximo desempenho dos equipamentos, ora como funcionário direto. Treinamentos Técnicos sempre fizeram parte de minha rotina como consultoria, e este desenvolvimento de pessoas foi fundamental para decisão sobre minha graduação. Atualmente sou aluno na Ulbra, cursando Engenharia de Produção e atuo como Supervisor de Produção Industrial - BP BIOCOMBUSTIVEIS S.A..

### Ana Regina de Aguiar Dutra

Possui graduação em Matemática pela Universidade Federal de Santa Catarina (1986), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1990) e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999). Atualmente é professor titular da Universidade do Sul de Santa Catarina. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Ergonomia, atuando principalmente nos seguintes temas: ergonomia, produtos e processos produtivos sustentáveis e saudáveis e educação. Faz parte do quadro docente do Mestrado em Ciências Ambientais (PPGCA/UNISUL).

### Anderson Stange

Possui graduação em Administração pelo Centro Universitário Dinâmica das Cataratas (2019). Atualmente é auxiliar administrativo 5 da Cooperativa Agroindustrial Lar. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração de Empresas.

### Antônia Zivaneide Ribeiro

Graduada em Engenharia de Produção pela Faculdade Pitágoras - MA. Tem experiência na área de Engenharia de Produção.

### Antonilton Serra Sousa Junior

Engenheiro de Produção; Pós-graduando no MBA em Gestão da Qualidade e Engenharia de Produção; Graduando em Processos Gerenciais e; Técnico em Meio Ambiente. Participação no projeto de extensão Oficina de Escrita da Universidade Ceuma, com foco no desenvolvimento de livros de engenharia de produção por alunos, egressos e professores. Produtor de artigos científicos com aprovação em periódicos nacionais e anais de congressos da área de engenharia de produção.

---

1 Currículo vide Lattes / LinkedIn



## **Armando Araújo de Souza Júnior**

Administrador de Empresas, com ênfase em Comércio Exterior, graduado pelo CIESA, possui MBA Executivo em Gestão da Produção também pelo CIESA, Especialista em Produção de Material Didático EaD pela UFAM, Especialista em Gestão dos Hospitais Universitários Federais do SUS pelo Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital Sírio Libanês em SP. Mestre em Engenharia de Produção pela UFAM. Doutor em Administração pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Possui certificação de Green Belt e Black Belt pela Oriel/SE-TEC/Coca Cola Company, é Auditor Líder da Qualidade formado pelo BVQI com registro no IRCA de Londres/Inglaterra. Sua experiência profissional inclui os cargos de Gerente Administrativo Financeiro, Coordenador de Expedição, Coordenador de Materiais em empresas de grande porte do Pólo Industrial de Manaus. Foi Diretor de Recursos Humanos e Pró-Reitor de Administração e Finanças da Universidade Federal do Amazonas. Atualmente é Professor Adjunto do Departamento de Administração da Faculdade de Estudos Sociais e Coordenador do Curso de Bacharelado em Administração Pública - Modalidade EaD. Professor/Orientador do Programa de Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Produção - PPGEP/UFAM.

## **Bárbara Adria Oliveira Farias Fernandes**

Doutoranda em Administração pela Universidade da Amazônia-Unama. Mestre em Administração pela Universidade de São Caetano do Sul- SP. Formada em Ciências Contábeis pela Universidade da Amazônia. Professora de Ensino a Distância- EAD da Universidade Norte do Paraná - Unopar.

## **Carla Adriana Pizarro Schmidt**

Graduada em Agronomia (1992), Mestre em Ciências de Alimentos (1997) e Doutora em Agronomia (2008) pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Especialista em Tecnologia de Sementes e Administração Rural. Atualmente é professora efetiva 40 horas em regime de dedicação exclusiva da Universidade Tecnológica Federal do Paraná no campus de Medianeira-PR, estando lotada no curso de Engenharia de Produção junto ao Departamento de Administração e Produção. Atua como professora convidada do mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da UTFPR - Campus Pato Branco (2010) e professora permanente do mestrado em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio da UTFPR - Campus Medianeira (2015). Possui experiência nas áreas de Engenharia, Agronomia, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Processos de Produção Agroindustrial e Gestão Ambiental. Atuando principalmente nos seguintes temas: Análise de Alimentos, Gestão Ambiental em Municípios, Estudos em diversas áreas do Processamento Agroindustrial com foco em Modelagem, Previsão de Demanda e Controle Estatístico de Processos.

## **Carla Pereira Quintino**

Coordenadora de Processos e Procedimentos na BP. Engenheira de produção da ULBRA (2018).

## **Cassius Tadeu Scarpin**

Doutor (2012) e Mestre (2007) em Pesquisa Operacional pelo Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, área de concentração: Programação Matemática, na Universidade Federal do Paraná. Engenheiro de Produção (2010) e Licenciado em Matemática (2002) pela mesma universidade. Atualmente ocupa o cargo de Docente no Departamento Administração Geral e Aplicada (DAGA) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Atua em três programas de pós-graduação Stricto Sensu: Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia (PPGMNE), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) e o Programa de Pós-Graduação em Gestão de Organizações, Liderança e Decisão (PPGOLD). Possui experiência na área de Engenharia de Produção, Gestão de Operações e Logística, com particular interesse em Pesquisa Operacional, atuando principalmente nos seguintes temas: Sistema de Reposição de Estoques, Engenharia da Qualidade, Mapeamento e Análise de Processos, Planejamento da Cadeia de Suprimentos, Carregamento e Roteamento de Veículos, Previsão de Séries Temporais, Métodos Quantitativos, Metaheurísticas, Math-Heurísticas e Otimização.



## **Cleder Marcos Schenekemberg**

Aluno de Doutorado em Métodos Numéricos em Engenharia - UFPR. Possui Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia/Programação Matemática pela Universidade Federal do Paraná (2015) e Licenciatura em Matemática pela Universidade do Estado de Santa Catarina (2012). Atua nas seguintes áreas: Pesquisa Operacional e Matemática Discreta e Combinatória.

## **Clóvis Delboni**

Possui Mestrado em Administração, também é Doutorando na mesma área pela Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Metodista de Piracicaba. É Especialista em Gestão Estratégica de Negócios e possui Graduação em Superior de Tecnologia em Gestão de Logística. É Professor Universitário em Graduação e Pós Graduação nas disciplinas de Gestão e Negócios. Atuou como Professor Coordenador de curso de Pós Graduação no SENAC São Paulo - Unidade Piracicaba. Profissionalmente já atuou como executivo na área comercial em empresas de médio porte do setor varejista. Atualmente é Gerente Executivo da Associação Comercial e Industrial de Rio Claro -SP. Entidade de Classe que promove ações de fomento ao comércio local, indústria e prestadores de serviços através de Feiras, Rodadas de Negócios e Promoções Comerciais de incentivo ao consumo. É membro voluntário do Comitê Gestor da Incubadora de Empresas de Rio Claro, Conselheiro Fiscal voluntário na Associação Garantidora de Crédito Paulista. Também é voluntário no Observatório Social de Rio Claro como Diretor de Parcerias e Relações Institucionais. Membro voluntário do Conselho Municipal de Ciência Inovação Tecnológica e também do Conselho Municipal do Meio Ambiente, ambos da Prefeitura de Rio Claro - SP.

## **Cristine Ferraz**

Possui graduação em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2014). Pós Graduada (Latu Senso) em Gerenciamento e Execução de Obras pelo Instituto Daher De Luca (2017). Atuação na engenharia civil nos segmentos público e privado, nas áreas de gestão, elaboração de projetos e fiscalização de obras, com foco em edificações, pavimentação e drenagem urbana. Além de serviços de avaliação de imóveis e perícias judiciais, também já atuou como docente especialista no ensino superior. Atualmente é mestranda em Engenharia de Produção e Sistemas na PUC-PR.

## **Denes Magalhães Soares**

Graduado em QUÍMICA pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Mestrado em engenharia de produção e sistemas (PUC-Go), pós-graduado em Gestão da Produção pela FATESG - SENAI e possui MBA em Gestão Empresarial pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Ampla experiência em química atualmente é coordenador na fábrica de adoçantes líquidos e pó da COSMED S.A., com ênfase em produção industrial.

## **Diego Ferreira Coelho**

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Ceuma (2018). Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Gerência de Produção.

## **Drielly Fratta Negreiro**

Graduação em Engenharia civil pela The University of Western Australia, Austrália (2016).



## **Eduardo de Freitas Rocha Loures**

Professor Titular vinculado ao curso de Engenharia de Controle e Automação e Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR. Atualmente é pesquisador permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas PPGEPS, PUCPR. Professor Titular associado ao Departamento de Eletrotécnica (DAELT) e colaborador do Curso de Engenharia de Controle e Automação e Tecnologia em Automação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Diretor da ISA (International Society of Automation), Diretor Distrito 4 América do Sul, Seção Curitiba (Presidente em 2013, Presidente Eleito 2020). Professor visitante no Centre de Recherche en Automatique de Nancy (CRAN-CNRS), Université de Lorraine, França, 2012, através de bolsa Pós-Doutorado CAPES. Membro IFAC. Consultor ad hoc de órgãos de fomento como Fundação Araucária, FAPESC e FAPES. Prêmio Inovação e Desenvolvimento de Novas Tecnologias pela PUCPR em 2017 e 2018. Foi coordenador do curso de Engenharia de Controle e Automação PUCPR no biênio 2008-2009 e Coordenador do curso de Especialização em Engenharia de Manutenção. # Coordenador pela PUCPR de projeto PI&D com a Renault do Brasil através da Fundação Araucária - "Proposição de um programa de melhoria dos processos e base tecnológica da Renault do Brasil com base nos conceitos e requisitos da Indústria 4.0" e com a Wert Solutions na linha temática de Gestão de Ativos (EAM) e Manutenção (CMMS) sob contexto da Indústria 4.0. # Desenvolve pesquisas nas áreas de Engenharia de Sistemas e Produção especificamente em temas relacionados aos seguintes contextos: gerenciamento de processos e sistemas de informação; engenharia organizacional; integração e interoperabilidade de sistemas; sistemas de supervisão, controle, diagnóstico e avaliação de desempenho de sistemas de operação e manutenção industrial. # Áreas de aplicação e atuação atuais (projetos e orientação) com o setor privado e público: Indústria 4.0, Manutenção Industrial e Gerenciamento de Ativos, Gerenciamento de Energia, Health Care, BIM.

## **Elinilcia Ribeiro de Almeida**

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Amazonas (2004) e em Enfermagem pelo Instituto de Saúde e Biotecnologia - ISB/Coari (2017). Atualmente é assistente administrativo do Instituto de Saúde e Biotecnologia - ISB/Coari. Tem experiência na área de Agronomia e Enfermagem.

## **Fabiana Costa de Araújo Schutz**

Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2001), mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2004) e doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2014). Atualmente é professora do ensino superior da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e desenvolve estudos na área de Recursos Hídricos e simulação.

## **Fabiano Ferreira Matias Neto**

Engenheiro Produção - MBA em Engenharia de Manutenção - ENGEMAN/POLI - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Mestre - Sistemas de Gestão - LATEC - UFF. Tem experiência na área de Engenharia de Manutenção, com ênfase em Manutenção e Processos de Produção.



## Fernando Deschamps

Engenheiro de Controle e Automação Industrial (UFSC, 2002), Administrador de Empresas (UDESC, 2004), Mestre em Engenharia Elétrica (UFSC, 2004) na área de concentração em Automação e Sistemas e Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas (PUCPR, 2013) na área de concentração em Gestão da Produção e Logística. É professor adjunto do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Escola Politécnica da PUCPR e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Manufatura do Departamento de Engenharia Mecânica da UFPR. É Presidente da Seção Brasil da American Society for Engineering Management (ASEM). Também atua como professor convidado em cursos de pós-graduação da FAE. Tem experiência e atuação profissional na área de gestão em engenharia, com ênfase em temas associados a automação, sistemas de informação industriais, avaliação de desempenho e engenharia de organizações (arquitetura organizacional, gestão de projetos e gestão de processos).

## Francisco Ignácio Giocondo Cesar

Formação Acadêmica - Engenheiro Mecânico (UNESP) com Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP. Atualmente cursa pos-doc em Engenharia de produção na FCA - UNICAMP. Possui certificado de qualificação me Project Management (PMI) e Green Belt. Curso de especialização em Melhoria Contínua (5S, Kaizen, Lean) no Japão (Jan. 2018) pela JICA - Japan International Cooperation Agency. Atividades Atuais - Atualmente é Professor no Departamento Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo (IFSP - Campus Piracicaba) desde 2011. Também é Professor Pesquisador Colaborador no Programa de Pós Graduação da Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Campinas (FCA - UNICAMP - Campus Limeira) desde 2016. Coordenado do SB-Lab (Sustainable Business Lab - Laboratório de Negócios Sustentáveis - <http://sblaboratory.wixsite.com/sblabteste>). Possui experiência profissional de 23 anos como Gerente de Projetos Internacionais na TRW e Caterpillar Brasil. Pesquisa de Interesse atual - Melhoria Continua / Lean Production / Six Sigma - Industry 4.0 / Manufatura Avançada / Industrial Internet of Things - Empreendedorismo / Business Canvas - Tecnologias Emergentes / Disruptive Technologies Colaborador nas seguintes instituições - Collaborative Research Network on Supply Chain 4.0 (<http://supply-chain.e-wallet.ca/> ) Membro Fundador da SC4 - Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Empresas Inovadoras (ANPEI). (<http://anpei.org.br/>) Membro do Comitê de Interação em Ciências e Tecnologia - Usina da Inovação / AgTechValley (<http://www.startagro.agr.br/usina-de-inovacao-monte-alegre-quer-ser-o-celeiro-high-tech-da-agricultura-em-piracicaba/>) (<http://www.valedopiracicaba.org/>) Startup Mentoring.

## Gilson Brito Alves Lima

Possui Graduação em Engenharia Civil (1988), Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho (1995), Extensão em Gestão Ambiental Empresarial (1995), Extensão em Ciclo de Estudos de Políticas e Estratégia (1996), Mestrado em Engenharia Civil (1992) e Doutorado em Engenharia de Produção (2000). Professor Titular do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense. Coordenador do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança; ex-Coordenador do Curso de Especialização em Gestão de Manutenção; Vice Coordenador do Programa de Doutorado em Sistemas de Gestão Sustentáveis. Atua nas áreas de Ensino, Pesquisa e Extensão, através de projetos de formação e desenvolvimento tecnológico, com ênfase nos seguintes temas da Gestão Industrial: Segurança, Meio Ambiente, Riscos e Manutenção.

## Gleudson Abreu de Jesus

Graduação em andamento em Engenharia de Produção. Universidade Ceuma, UNICEUMA, Brasil.



## **Gleidson Azevedo Vieira**

Profissional técnico em mecânica e estudante de Engenharia de Produção pela Faculdade Pitágoras. Tive a oportunidade de fazer um estágio na ATAMI Implementos Rodoviários, empresa que fazia parte do grupo TB ROCHA LTDA, uma empresa de montagem e manutenção de implementos rodoviários e trabalhei como auxiliar de montagem na Magalhães e Cumino LTDA, que tinha como atividade a montagem e manutenção de tubulações a gás GLP. hoje trabalho como autônomo.

## **Gustavo Valentim Loch**

Possui graduação em Matemática Industrial pela Universidade Federal do Paraná (2007), graduação em Ciências Contábeis pela Universidade Positivo (2011), mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia pela Universidade Federal do Paraná (2010) e doutorado em Métodos Numéricos em Engenharia pela Universidade Federal do Paraná (2014). Atualmente é professor do Departamento de Administração Geral e Aplicada da Universidade Federal do Paraná, atuando principalmente nos seguintes temas: Otimização combinatória, Problema de Transporte, Engenharia da Qualidade e métodos de auxílio à decisão. Em 2015 foi premiado com Menção Honrosa no Prêmio Capes de Tese 2015.

## **Helen Bruna dos Santos Corrêa**

Graduação em andamento em Engenharia de Produção. Faculdade Pitágoras de São Luís, Faculdade Pitágoras, Brasil. Atualmente é Estagiária de Suporte Operacional da Ferraz e Filgueiras LTDA.

## **Jandrei Sartori Spancerski**

Técnico em Segurança do Trabalho (2010-2013) e Engenheiro de Produção (2014-2018) pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Especialista Lato Sensu em Formação Docente em EAD (2018-2019) pelo Centro Universitário Internacional UNINTER. Acadêmico pesquisador do Centro Universitário UNINTER do curso de graduação em Engenharia da Computação (2018-atual). Mestrando Stricto Sensu em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio pela UTFPR (2019-atual).

## **José Airton Azevedo dos Santos**

Possui Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Católica de Pelotas (1987), Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1994) e Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999). Atualmente é professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Tem experiência nas áreas de Engenharia Elétrica e Engenharia de Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: Energia e Meio Ambiente, Modelagem e Simulação de Sistemas Contínuos e Discretos e Inteligência Artificial. É professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio da UTFPR - Câmpus Medianeira.



## **José Antonio Espelho**

Mestrando em Indústria 4.0 pela FCA - UNICAMP polo de Limeira/SP, Pós Graduação (MBA) em Gestão de Negócios, pelo Centro Universitário UniToledo, concluído no ano de 2007 e com graduação em Pedagogia pela FAC-FEA Faculdade da Fundação Educacional de Araçatuba/SP, concluído em 2014. Atualmente sou colaborador do Departamento Regional do SENAI/SP. Iniciei meus trabalhos nesta organização na Unidade de Birigui/SP, onde trabalhei por quase 10 anos, sendo 03 anos e meio ministrando aulas de Modelagem de Calçados e no Curso Técnico em Calçados, realizado vários trabalhos por meio de Assessorias/Consultorias em Desenvolvimento de Produtos - Modelagem de Calçados e há 07 anos como Agente de Treinamento. Na Unidade SENAI de Araraquara/SP desde 2010, exercendo o Cargo de Coordenador de Relacionamento com a Indústria, com atividades de maior foco no Gerencial, Coordenação de Treinamentos, Gestão de Negócios, Cursos externos, Assessoria e Consultorias nas empresas, possuo habilidades no gerenciamento de pessoas, com excelentes resultados, por meio de coordenação de equipes de trabalho, na concepção e implantação de sistemas de informação relacionados às áreas Corporativas, Recursos Humanos, Orçamentos, Administração de Materiais, Controladoria, Planejamento Estratégico, Educação Profissional, Administração Escolar, Desenvolvimento de Produto/Engenharia Reversa, Gestão da Estrutura Organizacional, Tempos e Métodos e PPCP.

## **José Marcos da Mota Brito**

Graduação em Tecnologia em Processos de Produção pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo, Brasil (2001). Supervisor de Engenharia de Processos do Moto Honda da Amazônia Ltda, Brasil.

## **José Roberto de Barros Filho**

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1993), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999) e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2008). Atualmente é diretor - Experiência Desenvolvimento Humano, professor 3o grau da Universidade do Sul de Santa Catarina e coordenador curso de engenharia de produção da Universidade do Sul de Santa Catarina. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Planejamento, Projeto e Controle de Sistemas de Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: controle da produção, PCP, gerenciamento de processos, planejamento e controle da produção e implementação de sistemas chão de fábrica.

## **Juliana de Sousa Barroso**

Graduanda em Engenharia de Produção pela Faculdade Pitágoras - MA. Tem experiência na área de Engenharia de Produção.

## **Jussara Goulart da Silva**

Doutora em Administração pela Universidade Nove de Julho (UNINOVE). É Bacharel em Administração Geral de Empresas pelo Instituto Educacional de Assis (IEDA), Especialista em Administração de Marketing pela Fundação Eurípides Soares da Rocha (UNIVEM) e Mestre em Administração pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Atualmente é professora efetiva da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) no curso de Administração da Faculdade de Ciências Integradas do Pontal (FACIP), atuando na área de Marketing. Integra o banco de avaliadores do SINAES - BASis.

## **Kamila Carvalho Santos**

Graduanda em Engenharia de Produção pela Faculdade Pitágoras - MA. Tem experiência na área de Engenharia de Produção. Vendedora na lojas de Doces S&A ( 2015-2017). Estagiária de Engenharia na área de manutenção - Secretaria da Saúde São José de Ribamar.



## **Kleber Rissardi**

Possui graduação em Engenharia Elétrica, com ênfase em Sistemas de Potência pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Licenciatura em Física pela Universidade Tecnológica Federal - UTFPR e Pós-Graduação em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Atualmente é Sócio Diretor da ESCO IGUASSU e ENGENHARIA LTDA, onde atua desde sua fundação em Maio de 2008. Tem experiência na Elaboração e execução de Projetos/Diagnósticos/Auditorias em Eficiência Energética, elaboração e execução de Medição e verificação de performance de projetos de Eficiência energética, gerenciamento de energia e capacitação e treinamento em Eficiência Energética.

## **Larissa Costa Amuy**

Bacharel em Administração pela Universidade Federal de Uberlândia- Campos PONTAL. Pós graduando em MBA Executivo em Gestão de Pessoas e Liderança pela Centro Universitário Barão de Mauá. Participa de projeto de pesquisa do grupo de Comportamento do Consumidor na área de Marketing e na área de Gestão de Pessoas.

## **Leandro Divino Miranda de Oliveira**

Mestrando em Administração pela Universidade Estadual Paulista - Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Possui Bacharelado em Administração pela Universidade Federal de Uberlândia-FACIP e Licenciatura em Música pela Universidade Metropolitana de Santos. Especialista em Marketing pela Universidade Norte do Paraná-UNOPAR. Foi monitor das disciplinas Trabalho, organização e sociedade e Macroeconomia na Universidade Federal de Uberlândia-FACIP. Foi Bolsista no Pronatec no Instituto Federal do Triângulo Mineiro e lecionou a Disciplina Empreendedorismo na APAC de Ituiutaba/MG. Atualmente faz parte do Corpo Docente do Conservatório Estadual de Música Dr. José Zoccolí de Andrade de Ituiutaba/MG.

## **Leticia Silveira de Matos**

Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Engenharia de Produção.

## **Lissandra Andréa Tomaszewski**

Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - PPGEPS/UNISINOS. Graduada em Engenharia de Produção-Mecânica pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos/UNISINOS. Engenheira de Segurança do Trabalho pelo Instituto de Pós-Graduação e Graduação - IPOG. Trabalhou como Docente do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção no Instituto Educacional do Rio Grande do Sul - IERGS e como Coordenadora e Docente do Curso de Graduação em Engenharia de Produção do Instituto Luterano de Ensino Superior ILES/ULBRA Itumbiara/GO. Formação em Yellow Belt, Green Belt e Black Belt em Lean Six Sigma. Em andamento, Master Black Belt em Lean Six Sigma.

## **Luani Back Silvina**

Doutora em Engenharia de Produção, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Mestre em Engenharia de Produção - Stricto Sensu, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Ponta Grossa, na área de concentração de Gestão Industrial e linha de pesquisa Transferência de Tecnologia. Bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Medianeira. Atualmente é professora na UDC Medianeira, nos cursos de Administração e Tecnologia em Gestão Comercial.



## Lucas Marujo

Acadêmico de Engenharia de Produção na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR e Aluno externo de mestrado Stricto Sensu em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio pela UTFPR. Possui atuações nas áreas de Engenharia de Produção, estatística, agroindústria de alimentos e P&D.

## Luciano Queiroz de Araújo Júnior

Doutorando (início: 2016) em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), onde desenvolve a pesquisa "Identificação e análise das tendências de mudanças na Gestão da Qualidade: Perspectivas de empresas industriais de grande porte" Mestre (2013 à 2015) em Engenharia de Produção pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), onde desenvolveu a pesquisa "Aplicação do planejamento do experimentos no processo de desenvolvimento de produtos: pesquisa em uma sorveteria artesanal" Engenheiro de Produção (2008 à 2012) formado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), onde desenvolveu o trabalho de conclusão de curso "Um estudo de caso etnográfico sobre o sistema de Gestão de Qualidade de uma Organização do Sistema Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais (SINDAE)" No segundo semestre de 2015, atuou como professor substituto do Departamento de Engenharia Têxtil da UFRN, onde lecionou disciplinas de Logística, Gestão da Produção e Projetos, Ergonomia e Gestão Ambiental. Durante os anos de 2013 até o primeiro semestre de 2015 foi professor substituto do Departamento de Engenharia de Produção da UFRN, onde lecionou disciplinas de Engenharia da Qualidade, Sistema de Gestão da Qualidade, Gestão da Qualidade Total, Estatística para Engenharia de Produção, Pesquisa Operacional, Gestão de Sistema da Produção II, Estratégia de Produção e Introdução a Engenharia de Produção . Na graduação atuou no Movimento Empresa Júnior (MEJ) sendo co-fundador da Produtiva Júnior - Empresa Júnior do curso de Engenharia de Produção da UFRN, onde exerceu os cargos de Diretor de Marketing e Diretor de Qualidade; ainda no MEJ foi co-fundador da RN Júnior - Federação das Empresas Juniores do Rio Grande do Norte, onde exerceu os cargos de Diretor Presidente e Presidente do Conselho. Por fim foi conselheiro estratégico no ano de 2011 da Brasil Júnior - Confederação Brasileira de Empresas Juniores. Paralelamente atuou como bolsista ITI no projeto de pesquisa do CNPq intitulado "Implementação e Integração de Sistemas de Gestão da Qualidade, Meio Ambiente, Segurança do Trabalho e Saúde Ocupacional em Organização Governamental do Sistema Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais", atuando principalmente na área da Qualidade. Na área de Gestão da Qualidade tem cursos de interpretação da norma ISO 9001:2008 e da ISO 19011:2012 (Interpretação para Auditoria de Sistemas de Gestão de Qualidade e Meio Ambiente), além de ter atuado como avaliador do Prêmio de competitividade de Micro e Pequenas Empresas (MPE) Brasil no Rio Grande do Norte e examinador de Qualidade no Prêmio Paraibano de Qualidade.

## Luís Augusto Jordão Lopes Filho

Acadêmico de Engenharia de Produção - Faculdade Pitágoras, São Luis – MA

## Marcelo Anderson Carlet

Atualmente Analista de Sistemas na Cooperativa Agroindustrial Lar, trabalhando com a análise de sistemas, desenvolvimento de projetos e programação na linguagem link (UNISYS) e PHP. [Graduação em Sistemas de Informação. Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu, FAESI, Brasil.](#)



## **Marcio Luis de Paula**

Possui graduação pela Universidade Paulista, Engenheiro eletricista especializado em Engenharia de Segurança do Trabalho, atualmente atua como docente (SENAI). Tem experiência com projetos de instalações elétricas, com ênfase em Engenharia Elétrica e Eletrônica. Experiência como docente área elétrica, AutoCad (DET e projetos), eletroeletrônica, eletromecânica, CLP Siemens, HMI, redes industriais, instrumentação e controle, comandos elétricos, automação industrial, eletropneumática, eletrohidráulica, simulações em softwares de automação, microcontroladores. Docente de Treinamentos de NR10, NR35, NR33, NR12, NR20, PRRPS. Atualmente pesquisador e estudante como aluno especial UNICAMP-FCA -Limeira desenvolvendo pesquisas de Industria 4.0.

## **Marco André Matos Cutrim**

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Ceuma, Brasil (2018). Especialização em andamento em Gestão da Qualidade e Engenharia de Produção. Instituto de Pós-Graduação e Graduação, IPOG, Brasil.

## **Marina Figueiredo Muller**

Professora da PUC-PR no curso de engenharia civil em disciplinas de sistemas estruturais e modelagem de informações na construção. Professora nas especializações de Gestão de Obras e Estruturas. Doutorado em andamento pelo PPGEPS PUCPR, desenvolvendo pesquisa em interoperabilidade BIM para estruturas de concreto armado sustentáveis. Mestre no PPGCC - UFPR, na área de tecnologia da informação na construção civil, com foco em BIM para estruturas. Formada em Engenharia Civil pela UFPR. Experiência em projetos estruturais.

## **Mayko Pinheiro da Silva**

Contador graduado pelo Centro Universitário do Norte UNINORTE (2013), possui MBA em Gestão Pública também pelo Centro Universitário do Norte UNINORTE (2014). Atualmente é Contador da Universidade Federal do Amazonas, no Instituto de Saúde e Biotecnologia-ISB, no Município de Coari/AM.

## **Moacir Godinho Filho**

Graduação em Engenharia de Produção - Materiais pela Universidade Federal de São Carlos (1998), MBA na Fundação Getúlio Vargas - FGV (2000), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (2001), doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (2004), pós-doutorado em Quick Response Manufacturing - QRM (Manufatura Responsiva) na Universidade de Wisconsin at Madison - USA (2007) e pós-doutorado em aplicação de System Dynamics e Factory Physics à gestão de sistemas de produção na North Carolina State University - USA (2008). Atualmente é professor associado 2 da Universidade Federal de São Carlos, pesquisador nível 1C do CNPQ e editor adjunto do periódico Gestão & Produção. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Gerência de Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: Gerência da Produção, Planejamento e Controle da Produção (PCP), Estratégia de Manufatura, Quick Response Manufacturing, Manufatura Enxuta, Análise de Sistemas de Manufatura, Logística, Pesquisa Operacional aplicada ao PCP e à logística, Simulação aplicada ao PCP e à Logística, Factory Physics, scheduling, e System Dynamics aplicado à gestão de sistemas de produção. Professor Moacir tem mais de 80 artigos publicados em periódicos com seletiva política editorial (dentre esses destacam-se mais de 40 artigos publicados em journals com alto fator de impacto (JCR), como por exemplo Production and Operations Management, International Journal of Production Economics, International Journal of Production Research, Expert Systems with Applications, European Journal of Operational Research, Computers and Operations Research, Production Planning and Control, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, International Journal of Logistics, Industrial Management and Data Systems, Engineering Applications of Artificial Intelligence, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Flexible Services and Manufacturing Journal, dentre outros, sendo também revisor da grande maioria desses periódicos). Sua inserção internacional pode ser medida por um grande número



de artigos publicados com colegas reconhecidos internacionalmente na área de gestão de operações (por exemplo, Dr. Reha Uzsoy (North Carolina State University - USA), Maurice Bonney (Nottingham University - UK), Angappa Gunasekaran (University of Massachusetts - USA), Lawrence Fredendall (Clemson University - USA), Martin Land e Jan Riezebos (Groningen - Holanda), Mark Stevenson (Lancaster ? UK), Nico Vandaele (Katholieke Universiteit Leuven - Belgica), Cristovao Silva (Coimbra - Portugal), George Huang (Hong Kong University), Matthias Thurer (Jinan University - China), Ting Qu (Guangdong University - China), Thomas Mashek (Dortmund University - Alemanha)). Professor Moacir é o criador e líder do grupo de pesquisa em Redução de Lead Time, produto de uma cooperação entre a Universidade Federal de São Carlos e a Universidade de Wisconsin at Madison com a finalidade de pesquisa e aplicação prática de técnicas de redução de lead time no Brasil. Relativo à experiência prática em empresas, professor Moacir já ministrou cursos e participou de projetos de consultoria nas áreas de PCP, logística, lean manufacturing e redução de lead time em diversas empresas no Brasil (por exemplo Dedini, Embraer, Faver Castell, IESA, dentre outras) e no exterior (por exemplo P&H Mining, Danfoss, RenewAire, dentre outras). Em 2013, professor Moacir teve sua biografia selecionada para compor a publicação Marquis's Who is Who in the World e também a 2000 outstanding intellectuals of the 21st century da International Biographical Centre, Cambridge, UK.

### **Nayara Cardoso de Medeiros**

Professora no curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Piauí; Graduada em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Amazonas (2010). Especialista em Engenharia de Produção com ênfase em Recursos Produtivos pela Universidade do estado do Amazonas; Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB); Doutoranda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

### **Paulo Roberto May**

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria (1983) com atribuições eletrotécnica, eletrônica e telecomunicações. Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999). Capacitação em Gestão da Qualidade no Japão (1997 e 2001). Professor na Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL, e SENAI. Trabalhou com Engenheiro nas Centrais Elétricas de Santa Catarina S A - CELESC, de 1988 a 2012, tendo assumido gerencia em Programa de Qualidade, Comercialização de Energia, Assessoria Presidência, Departamento Desenvolvimento Organizacional e Departamento de Capacitação de Pessoal. Voluntário no Programa de Melhoria da Gestão Pública Gespública, e Movimento Catarinense para Excelência. Áreas de atuação: gestão da qualidade, gestão empresarial, Modelo de Excelência na Gestão - MEG, liderança, distribuição de energia elétrica.

### **Pedro Henrique Rodrigues da Silva**

Graduado em Engenharia Química na Universidade Federal de Goiás. Possui experiência na área de Engenharia Química atuando principalmente em operações de troca iônica e adsorção, tratamento de efluentes, produção e caracterização de carvões de biomassa na Universidade Federal de Goiás. Participei de projetos de pesquisa no Bioprocess Engineering Lab (University of Toronto) com aplicação de enzimas na hidrólise enzimática de biomassa.

### **Pedro Luiz de Paula Filho**

Possui graduação em Bacharelado Em Informática pela Faculdade de Informática Positivo(1996), especialização em Maçonologia: História e Filosofia pelo Centro Universitário Internacional(2018), especialização em Tecnologias de Desenvolvimento de Sistemas pelo Fundação Universidade Regional de Blumenau(2001), mestrado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina(2004), doutorado em Informática pela Universidade Federal do Paraná(2012) e curso-tecnico-profissionalizante pela Sociedade Paranaense de Ensino Em Informatica(1989). Atualmente é Professor do Terceiro Grau da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Membro de corpo editorial da Revista Científica Inovação e Tecnologia, Revisor de periódico da Brazilian Journal of Wood Science, Revisor de periódico da Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia e Membro de corpo editorial da Revista de Computação Aplicada ao Agronegócio. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Computação Aplicada.



## **Reinaldo Gomes da Silva**

Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Metodista de Piracicaba (1986), mestrado em Economia Política pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1996) e doutorado em Ciências Sociais - Política pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (2006). Atualmente é professor Escola de Engenharia de Piracicaba e professor do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - Fatec - Piracicaba. Tem experiência na área de Ciência Política, Economia e Administração. Atua como professor nessas áreas de conhecimento.

## **Renata de Oliveira Mota**

Doutoranda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), na área de Planejamento e Controle da Produção, sob a orientação do Prof. Dr. Moacir Godinho Filho. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Possui graduação sanduíche na Universidade do Minho - Portugal (2013), e graduação em Engenharia de Produção pela UFRN (2015). Foi professora temporária da UFRN (2016), onde ministrou as disciplinas de Economia, Gestão de Sistemas de Produção, Gestão da Qualidade, Marketing e Projetos de Investimentos. Foi professora na Universidade de Franca (2018) nas disciplinas de Planejamento e Controle da Produção, Empreendedorismo e Viabilidade empresarial. Tem experiência na área de Gestão de Operações, atuando principalmente nos seguintes temas: Planejamento e Controle da Produção (PCP), Inovação, Desenvolvimento de produtos e Startups. Teve a oportunidade de estagiar e desenvolver projetos em empresas multinacionais como a Bosch Car Multimedia (Portugal), onde realizou um projeto de Supermercado Lean para a linha de produção de placas eletrônicas; e Vicunha Têxtil (Brasil), onde desenvolveu uma simulação computacional aplicada ao PCP. Tem artigos publicados em periódicos e congressos de abrangência nacional e internacional, bem como participações em projetos de pesquisa, extensão e iniciação científica.

## **Romero Santos de Brito**

Possui graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pelo Instituto Federal de Roraima(2008) e especialização em perícia forense aplicada à informática pela Unyleya Editora e Cursos S/A(2017). Atualmente é Policial Federal do Departamento de Polícia Federal. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Sistemas de Computação.

## **Sandro Breval Santiago**

Pós-Doutorando em Indústria 4.0 pela Faculdade de Engenharia, da Universidade do Porto, Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Cursos no exterior de estratégia e finanças nas principais escolas de negócios americanas (Universidade de Chicago e Wharton School) e europeias (ESADE e INSEAD). Atua em projetos de P & D, industriais, consultoria e treinamento. Experiência em cargos de alta direção do setor de tecnologia, metalurgia e logística. Professor da Universidade Federal do Amazonas.

## **Sara Pereira Silva**

Técnica em Química na Instituição SESI-SENAI de Itumbiara Go. Graduanda no curso de bacharelado em Engenharia de Produção no Instituto Luterano de Ensino Superior - ILES ULBRA Itumbiara GO. Participante de projeto de extensão relacionado a pesquisa em piscicultura no Estado de Goiás.



## Sérgio Mendes Dutra

Mestrando em Administração na Universidade Estadual Paulista “ Julio de Mesquita Filho.” UNESP. Graduado em Ciências Contábeis pela FTM - Faculdade Triângulo Mineiro, (2002), Graduado em Direito pela UEMG - Universidade do Estado de Minas Gerais, (2008), especialista em Direito do Consumidor pela Universidade Anhanguera UNIDERP e Licenciatura em Letras - Língua Portuguesa e suas Literaturas pela Universidade Norte do Paraná, (2016). Atualmente exerce função de Gerente na empresa Venture Veículos - FIAT. Cidade de Ituiutaba-MG, exerce a atividade de advogado no escritório Malta Advogacia e Professor no Curso Técnico em Agronegócio na Escola Estadual Professora Maria de Barros.

## Tairo Pinto de Freitas

Supervisor de Engenharia de Novos Produtos, Qualidade e SGI na empresa GA.MA Italy. Formado em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Amazonas, Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Luterano de Manaus, Especialista em Engenharia de Produção pela Universidade Luterana do Brasil, Especialista em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental pela Faculdade Metropolitana de Manaus, MBA em Gerenciamento Lean pela Universidade Luterana do Brasil, Mestrando em Engenharia Industrial pela Universidad Europea del Atlántico. Experiência em Lean Manufacturing, Controle de Qualidade, Engenharia de Produto e Processo e SGI.

## Talita Mariana Pinho Schimidt

Engenheira Química (2014) pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Mestre em Engenharia de Produção (2017) na área de concentração de Pesquisa Operacional pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e atualmente cursa Doutorado no Programa de Pós Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia pela mesma Universidade. É aluna do Grupo de Tecnologia Aplicada à Otimização (GTAO). Atualmente suas pesquisas se concentram nas áreas: Pesquisa Operacional, Planejamento e Controle da Produção (PCP) e Programação Inteira Mista (PIM).

## Valnei Carlos Denardin

Possui graduação em Ciências Agrárias pela Universidade Federal de Santa Catarina (1989) e mestrado em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (1993). Concluiu os créditos de Doutorado em Engenharia de Produção. Atualmente é professor da Universidade do Sul de Santa Catarina. Tem experiência na área de Agronomia e Engenharia de Produção, com ênfase em Matérias Primas Alimentares, processos produtivos; atuando principalmente nos seguintes temas: Controle de Qualidade, Logística, Estatística, plano de negócios, rastreabilidade; alimentos e gastronomia. Atua também como professor nos cursos de pós graduação na área de logística na Unisul e Senac.

## Wellington da Silva Santos

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Ceuma (2019). Tem experiência na área de Engenharia de Produção.





