
GESTÃO DA PRODUÇÃO EM FOCO

VOLUME 52



ORGANIZADOR

Rafael Alves Pedrosa



Editora Poisson

Ano
2022

Rafael Alves Pedrosa
(Organizador)

Gestão da Produção em Foco

Volume 52

1^a Edição

Belo Horizonte
Poisson
2022

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais

Ms. Davilson Eduardo Andrade

Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas

Ms. Fabiane dos Santos

Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia

Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC

Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G393

Gestão da Produção em Foco - Volume 52/ Organização: Rafael Alves
Pedrosa – Belo Horizonte - MG: Poisson, 2022

Formato: PDF

ISBN: 978-65-5866-192-4

DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Gestão 2. Produção. 3. I. PEDROSA, Rafael Alves II. Título.

CDD-658

Sônia Márcia Soares de Moura – CRB 6/1896



O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.

Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

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

Baixe outros títulos gratuitamente em

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

SUMÁRIO

Capítulo 1: <i>Lean Manufacturing: Mapeamento de fluxo e cadeia de valor de uma indústria de produtos apícolas.....</i>	07
Aldírio Sérgio Rodrigues, Devanildo Braz da Silva, Davi Guimarães Soares, Newton Salvador Grande Neto	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.01	
Capítulo 2: Aplicação da ferramenta DMAIC em uma fábrica de embalagens para melhoria do índice de reclamações de clientes	22
Nádyra Rodrigues Diniz, Juliene Barbosa Ferreira, Renato Luvizoto Souza, Alexsandro Silva Solon	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.02	
Capítulo 3: Proposta de melhoria no processo de fabricação do pão francês dentro do ambiente de um supermercado	34
Natalia Ferrari Marques Silva, Fabio Augusto Biliatto, Miguel Edgar Morales Udaeta	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.03	
Capítulo 4: Pesquisa operacional para a tomada de decisões em uma microempresa de serviços de beleza.....	43
Marina Fonseca Martins de Melo, Pamela Adelino Ramos, Helen Silva Gonçalves	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.04	
Capítulo 5: Algoritmo metaheurístico híbrido com frentes de Pareto para planejamento de redes de telecomunicações	51
Paulo Henrique de Campos, Valdomiro Roberto Damaceno Neto, Maria José Pereira Dantas	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.05	
Capítulo 6: Repercussões do MES (<i>Manufacturing Execution System</i>) na agroindústria para produção de ração animal.....	61
Alexandre da Silva Francisco, Macáliston Gonçalves da Silva, Mauricio Nunes Macedo de Carvalho	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.06	
Capítulo 7: Estudo comparativo de custos e tempo das operações agrícolas manuais 2019-2020 e semimecanizadas 2020-2021 do café de montanha.....	72
Marina Pimenta Freitas, Emerson José de Paiva, Henrique Duarte Carvalho, Yuri Clements Daglia Calil	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.07	

SUMÁRIO

Capítulo 8: Análise e proposição do Sistema de Planejamento e Controle da Produção para uma empresa agroindustrial	90
Flávia Karoliny Raiol de Oliveira, Lucas George de Melo Carneiro, Léony Luis Lopes Negrão, Mateus Araújo de Araújo, Mariana Pereira Carneiro Barata	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.08	
Capítulo 9: Algoritmo de Evolução Diferencial em resolução do problema de despacho econômico de usinas termelétricas.....	98
Tiago Gomes Cabana, Daniel Zarpelão Porcel, Leonardo Nepomuceno	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.09	
Capítulo 10: O uso de <i>machine learning</i> na gestão da cadeia de suprimentos: Um estudo bibliométrico	106
Roberto Ramos de Moraes, Roberto Giro Moori	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.10	
Capítulo 11: Indústria 4.0: Big Data + IOT + Gestão do Conhecimento uma revisão sistemática da literatura 2010-2020, achados, relações e aplicações	117
Giulia Maria Ferreira, Fernando Celso de Campos	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.11	
Capítulo 12: Marketing Digital para catadores de materiais recicláveis: Uma ferramenta para o desenvolvimento da Economia Circular	127
Pedro Victor de Santi, Rosana Maria Vieira Cayres, Júlio Araújo Carneiro da Cunha	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.12	
Capítulo 13: Avaliação de Serviços em Gerontologia: Relações entre a gestão e as dimensões da qualidade em um setor de medicina preventiva	137
Thays Helena do Carmo de Jesus, Celeste José Zanon	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.13	
Capítulo 14: Satisfação no trabalho: Percepção dos funcionários de uma agência bancária de Assú/RN em Tempos de Pandemia	145
Lílian Danniele de Sousa, Andrea Kaliany da Costa Lima, Hudson do Vale de Oliveira, Alexia Naiana Melo Monteiro Ramos, Tatiane Castro de Oliveira Mohr	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.14	

SUMÁRIO

Capítulo 15: Uma análise sobre o estado da arte da produção científica de gamificação	154
Nilton Otávio de Oliveira Gomes, Rodrigo da Gama Pinheiro, Augusto Cézar de Aquino Cabral, Sandra Maria dos Santos	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.15	
Capítulo 16: Utilização de dejetos pecuários na geração de biogás no Brasil.....	163
Rafael de Andrade Marques Lúcio, Rosane Aparecida Gomes Battistelle, Vinícius Carrijo dos Santos	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.16	
Capítulo 17: Panorama da produção e exportação de açaí no estado do Pará	172
João Pires de Oliveira, Rodrigo Luiz Silva e Silva, Léony Luis Lopes Negrão, Milla Reis de Alcântara	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.17	
Capítulo 18: Resultados da logística e exportações da laranja	179
André Luiz Arakaki Silva, Feliphe Santos Baranowski, Danilo Germano Santos	
DOI: 10.36229/978-65-5866-192-4.CAP.18	
Autores:	185

Capítulo 1

Lean Manufacturing: Mapeamento de fluxo e cadeia de valor de uma indústria de produtos apícolas

Aldírio Sérgio Rodrigues

Devanildo Braz da Silva

Davi Guimarães Soares

Newton Salvador Grande Neto

Resumo: Este estudo foi desenvolvido em uma agroindústria apícola, estabelecida no estado de Mato Grosso do Sul, e apresenta uma proposta de melhoria dos processos de produção da empresa, através da abordagem *Lean Manufacturing*, por meio da ferramenta Mapa de Fluxo de Valor, tendo como objetivo eliminar perdas nos processos de produção, inserir qualidade em seus produtos e otimizar seus resultados. Versou-se como a utilização do Mapa de Fluxo de Valor traz melhorias para a qualidade e a eficiência dos processos fabris. Realizou-se o diagnóstico situacional do processo produtivo e a partir disso, propôs-se as melhorias necessárias, concomitantemente às etapas para a implantação de um plano de ação. De acordo com o aceite da proposta pela empresa, é esperado ganho de eficiência operacional, minimização de perdas de materiais, mais qualidade em seus produtos e maximização de seus resultados.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*. MFV. Eficiência. Agroindústria. Apicultura.

1. INTRODUÇÃO

Todas as regiões brasileiras produzem mel. De acordo com o último levantamento feito pelo IBGE (2020), a produção nacional foi estimada em 51,5 mil toneladas. Há potencial para aumentar essa produção, pois o Brasil tem características propícias de clima e flora ao desenvolvimento da apicultura. Há diversidade de pasto apícola, que assegura um mel de qualidade reconhecida pelo mercado internacional.

As abelhas, contribuem para a segurança alimentar e para a conservação da biodiversidade, como outros agentes de polinização, são fundamentais para o funcionamento de plantações de alimentos, plantas silvestres e ecossistemas.

A apicultura permite a exploração racional das abelhas e tem como resultado alimentos de elevado valor nutricional e de qualidade excepcional. O mel, a geleia real e o pólen são apenas alguns dos produtos da apicultura, podendo ser citados ainda a própolis e a cera dentre outros.

Diante desta justificativa e o grande potencial que o estado de Mato Grosso do Sul oferece no desenvolvimento da cadeia apícola, foi realizado o presente estudo de caso em uma empresa do ramo, em atividade na capital sul-mato-grossense.

Com foco no segmento de beneficiamento de produtos apícolas e baseada em seus processos operacionais a indústria em questão possui uma capacidade média de produção de mil quilos mensal.

Batalha (2009), explica que as especificidades dos sistemas agroindustriais, no tocante ao gerenciamento de processos, são destacadas pela sazonalidade, perecibilidade e qualidade da matéria prima e do produto final. O que deve ser considerado como restrições iniciais da gestão agroindustrial para alcançar os padrões de eficácia e eficiência.

Como diferencial competitivo, a empresa prima pela qualidade de seus produtos, buscando ofertar ao mercado artigos com excelência em sua manufatura. Esse nicho de mercado é muito competitivo, onde as concorrentes utilizam programas de melhoria contínua da qualidade para destacar seus produtos e serviços, sendo os mais conhecidos o Programa Seis Sigma e a Produção Enxuta (*lean manufacturing*).

Segundo Oliveira e Ferreira (2005), Seis Sigma é um conjunto de práticas que visam de forma estruturada a identificação de um problema e após uma análise detalhada das causas, a proposição e implementação de ações que insiram uma melhoria dos níveis de capabilidade do processo, trazendo maior atendimento das especificações dos clientes.

Conforme Liker (2005), *Lean* é uma prática de gestão que busca resultados organizacionais baseado nos princípios da Toyota e uso de ferramentas para melhoria contínua de seus processos.

Já o programa de produção enxuta ou *lean manufacturing* objetiva a redução ou eliminação de desperdícios nos processos produtivos e na empresa de forma geral, focando no valor que será entregue ao cliente.

De acordo com Wormack e Jones (2004), desperdício é qualquer atividade que absorve recursos como mão-de-obra e energia, mas não cria valor para o cliente final. É bastante comum encontrar esses desperdícios divididos entre sete classes: excesso de produção, inventário, defeitos, excesso de movimentação, excesso de processamento e espera.

A produção enxuta além de focar em eliminar desperdícios, busca a perfeição em seus processos e a melhoria contínua. A busca do aperfeiçoamento constante visando um estado ideal deve nortear os esforços da empresa com processos transparentes, onde os membros da cadeia (montadores, fabricantes de diversos níveis, distribuidores e revendedores), tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo dialogar e buscar continuamente melhores formas de criar valor (SAIA, 2009).

As sete perdas que impactam o sistema de produção em massa são: Superprodução, Espera, Transporte, Processos desnecessários, Movimentação, Defeitos e Inventário; nessa realidade todas elas são aplicadas.

Este estudo de caso apresenta uma proposta de melhoria dos processos de produção da empresa, através da abordagem *Lean Manufacturing*, por meio da ferramenta Mapa de Fluxo de Valor, tendo como objetivo eliminar perdas nos processos de produção, inserir qualidade em seus produtos e otimizar seus resultados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. LEAN MANUFACTURING

Segundo Womack e Jones (2004), o conceito de mentalidade enxuta foi introduzido visando apresentar uma filosofia de trabalho e descrever algumas práticas adotadas pela indústria automotiva do Japão. Enfoca uma visão de melhoria contínua dos processos, com vistas à eliminação de desperdício e ações que não agregam valor. No âmbito dos sistemas produtivos, Taiichi Ohno (1997) percebeu e relatou sete tipos de desperdícios, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – Tipos de desperdício

Desperdício	Descrição
Super produção	Producir mais do que o cliente necessita em dado momento.
Esperas	Tempo ocioso porque materiais, pessoas, equipamentos ou informações não estão prontos.
Defeitos de qualidade	Trabalho que contém erros, retrabalho, enganos ou falta de alguma coisa necessária.
Inventários desnecessários	Mais materiais, peças ou produtos disponíveis do que o cliente necessita em dado momento.
Processamento inapropriado	Esforço que não agrupa valor sob o ponto de vista do cliente.
Transporte excessivo	Movimentação de produtos, que não agrupa valor.
Movimentação excessiva	Movimentação de pessoas, que não agrupa valor.

Fonte: Adaptado de Ohno (1997)

O Quadro 2 exemplifica os tipos de desperdício.

Quadro 2 – Exemplos de desperdício

Tipo de desperdício	Exemplos
Defeitos	Erros em faturas, pedidos, cotações de compra de materiais.
Excesso de produção	Processamento e/ou impressão de documentos antes do necessário, aquisição antecipada de materiais.
Estoques	Material de escritório, catálogos de vendas, relatórios.
Processamento desnecessário	Relatórios não necessários ou em excesso, cópias adicionais de documentos, reentrada de dados.
Movimento desnecessário	Caminhadas até o fax, copiadora, almoxarifado.
Transporte desnecessário	Anexos de e-mails em excesso, aprovações múltiplas de um documento.
Espera	Sistema fora do ar ou lento, ramal ocupado, demora na aprovação de um documento.

Fonte: Adaptado de Werkema (2006).

2.2. FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING

De forma resumida, este texto apresenta e descreve, as ferramentas da abordagem *lean*: mapa de fluxo de valor, métricas *lean*, *kaizen*, *kanban*, padronização, 5S, gestão visual, redução de *setup*, *TPM* e *pokayoke*.

Rother e Shook (1998) desenvolveram uma ferramenta denominada mapa de fluxo de valor, usada para mapear os fluxos de todos os materiais e de informações de processos de manufatura. Esta explicita o propósito de localizar os fluxos de materiais e informações dentro do processo produtivo e a necessidade de analisar esses fluxos em uma perspectiva presente/futura na busca de eliminação de desperdícios.

As métricas *lean* buscam quantificar como os resultados da organização podem ser classificados, no que diz respeito à velocidade e eficiência (WERKEMA, 2006). Essas medidas devem ser utilizadas para a identificação de metas na condução de ações *lean* e para o monitoramento da evolução dos resultados

alcançados. Podem ser citados como exemplos de métricas *lean*: o tempo de ciclo, o *lead time*, o tempo de troca e o tempo *takt* (tempo que dita o ritmo da produção em função da demanda do cliente).

Womack e Jones (2004), definem *kaizen* como um processo de melhoria contínua e incremental, que deve ser implementado com o objetivo de criar mais valor e menos desperdícios. O resultado da introdução de *kaizen* nos processos pode ser acompanhado pelo monitoramento das métricas *lean*.

Conforme Lage Junior e Godinho Filho (2008), o *kanban* é um subsistema do sistema Toyota de produção utilizado para controlar os estoques em processo, a produção e o suprimento de componentes e, em determinados casos, de matérias-primas.

No âmbito do *lean manufacturing*, a criação de procedimentos padronizados para o trabalho dos operadores de um processo produtivo é baseada no tempo *takt*, na sequência das tarefas executadas por um operador dentro do tempo *takt* e no estoque padrão exigido para a operação do processo (WERKEMA, 2006).

O 5S é uma metodologia para organizar, limpar, desenvolver e sustentar um ambiente de trabalho produtivo. Ela representa cinco termos relacionados, cada um iniciado com a letra S, que descrevem práticas no local de trabalho úteis para controles visuais e produção enxuta. Essas cinco práticas de senso de utilização, senso de ordenação, senso de limpeza, senso de padronização e senso de disciplina são executadas sistematicamente para alcançar sistemas de produção enxuta (KRAJEWSKI, 2009).

De acordo com o Lean Enterprise Institute (2003), gestão visual é a colocação em local fácil de ver de todas as ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores de desempenho do sistema de produção, de modo que a situação do sistema possa ser entendida rapidamente por todos os envolvidos. Werkema (2006) afirma que o 5S e a Padronização representam as bases para a implementação da gestão visual.

Segundo Conceição et al (2009), a redução do *setup* é uma ferramenta que visa reduzir exclusivamente o tempo de parada da linha de produção para a troca de produto. Para os autores, os principais fatores motivadores e vantagens alcançadas com essa redução são: a possibilidade de produção de pequenos lotes, a redução do *lead time* (tempo de resposta), a viabilidade de redução de estoques, o aumento da qualidade, a redução de desperdício e retrabalho, o aumento da flexibilidade, o aumento de produtividade, a conscientização das causas que geram erros e espera e o aumento da disponibilidade dos equipamentos.

O *TPM – Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total) é um conjunto de procedimentos que têm como objetivo garantir que os equipamentos de um processo produtivo sejam sempre capazes de executar as tarefas necessárias de modo a não interromper a produção. Para que o *TPM* seja efetivo, deve haver o envolvimento direto de todas as pessoas que operam os processos (WERKEMA, 2006).

A base principal do *TPM* é a prevenção na fonte, isto é, identificar e eliminar a fonte de deterioração do equipamento ao invés da abordagem tradicional de deixar o equipamento/máquina falhar para então repará-lo, ou realizar manutenção preditiva e preventiva para identificar reparos no equipamento antes da deterioração ocorrer e causar a necessidade de reparos de alto custo, o que gera confiabilidade dos ativos da empresa.

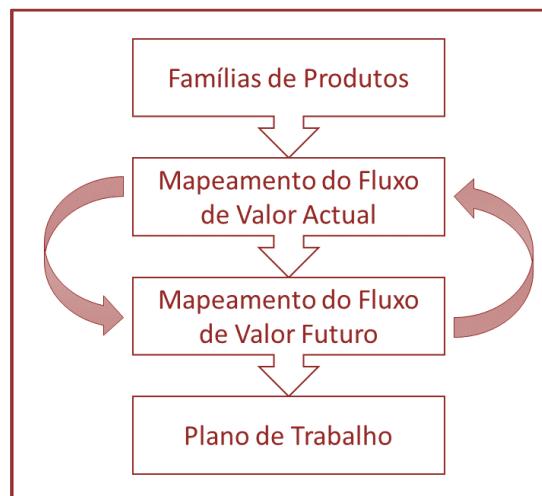
PokaYoke é um dispositivo ou procedimento empregado para prevenir defeitos. Segundo Shingo (1996), defeitos surgem porque erros são cometidos; os dois têm uma relação de causa e efeito, contudo, erros não se tornarão defeitos se houver *feedback* e ação no momento do erro.

2.3. MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (VALUE STREAM MAPPING OU VSM)

Segundo Liker (2005), a primeira pergunta a se fazer quando se fala de Sistema Toyota de Produção é “o que o cliente espera desse processo?”. Isso é a definição de valor, porquanto a primeira coisa que deve ser feita é mapear o fluxo de valor de um processo.

O VSM é uma ferramenta do *Lean Manufacturing* que objetiva documentar, analisar e otimizar a criação de valor da cadeia de materiais e informações para a produção de um produto ou um serviço para um cliente, através da eliminação desperdícios da cadeia. O VSM pode ser útil especialmente para a redução do tempo de ciclo de produção, pois ele expõe o desperdício nos processos atuais e fornece um roteiro para o melhoramento do processo no futuro. Para usarmos o método, devemos aplicar os 5 passos a seguir, conforme detalha a Figura 1.

1. Identificar a família ou o produto alvo. Criar um fluxo, definir um problema, definir objetivos e discutir o fluxo com a equipe;
2. Desenhar qual é o estado atual da cadeia de valor, isto é, quais são as etapas, atrasos e fluxos de informação necessários para a entrega do produto;
3. Avaliar o estado atual do mapa de fluxo em termos de criação de valor e eliminação de desperdícios;
4. Desenhar o fluxo futuro de criação de valor;
5. Trabalhar para a condição do estado futuro.

Figura 1 – Aplicação do mapeamento do fluxo de valor

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (1998)

A simbologia utilizada é unificada para garantir o entendimento de todos na organização uma vez que os mapas de fluxo de valor costumam ser elaborados, analisados e discutidos em conjunto por pessoas de diferentes cargos hierárquicos na organização. Na Figura 2, podem ser observados os símbolos mais utilizados na elaboração do mapa de fluxo de valor.

Figura 2 – Símbolos unificados do Mapeamento de Fluxo de Valor

	Transporte		Fontes externas		Estoque
	Processo		Caixa de dados		Lote de kanbans
	Operador		Movimento sistema empurrado		Movimento produção acabada p/ o cliente
	Kanbans de produção e de retirada		Retirada		Acúmulo de informação
	Posto de kanban		Fluxo de informação manual e eletrônica		Nivelamento de carga
	Estoque pulmão ou de segurança		Supermercado		Fluxo sequencial

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (1998).

O Mapeamento de Fluxo de Valor é composto pelos níveis: dentro da empresa, que contempla desde a chegada da matéria prima até o produto acabado; várias plantas, que mapeia um produto que passa por um processo interno e depois é enviado para outra(s) planta(s) para montagem parcial ou final e diversas empresas, quando se tem uma cadeia de empresas envolvidas na montagem parcial ou final.

2.4. ESTADO ATUAL

O Estado Atual determina de forma numérica o percentual de agregação de valor, permitindo a projeção de um novo fluxo e a sistemática para majorar o valor agregado. Isso ocorre devido a alguns fatores como: planejamento para produção em massa; produção empurrada; paradigma de produção não alinhado com a realidade atual. Como consequência, adiciona custo em grandes lotes intermediários.

2.4.1. MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL

Mapeamento ou mapa é uma representação, que traduz ou retrata um ambiente, e é uma semelhança, um método simplificado (MUEHRCKE e MUEHRCKE, 1992).

O mapeamento do Estado Atual determina de forma visual a representação dos fluxos de materiais e informações para uma família de produtos ou serviços e ao mesmo tempo, permite analisar o funcionamento sistêmico de um fluxo de valor e esboçar estados futuros melhores.

É uma ferramenta vital e tem sido uma das mais utilizadas nas empresas que tem o objetivo de promover melhorias nos processos de fabricação (GHINATO, 1996).

Essa ferramenta mostra desperdícios, possibilitando a implantação de melhorias e permite também a elaboração do desenho do estado atual para posterior confecção do estado futuro e um plano de ação.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa tem caráter inédito e foi realizada por meio de observações in loco das atividades desenvolvidas em uma indústria de produtos apícolas localizada na capital de Mato Grosso do Sul, durante o primeiro semestre de 2021. O presente estudo foi desenvolvido por meio de levantamento de dados, através de pesquisas exploratória e explicativas, não estruturadas, que segundo Gil (2010), tem como objetivo proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato e da descrição dos processos executados.

Para este trabalho utilizou-se distintas metodologias e análises, onde partes do estudo se encaixam em diferentes modos de pesquisa, sendo elas: aplicada, investigação intervencionista, experimental e bibliográfica.

De acordo com Marconi e Lakatos (2002), a metodologia é a explicação minuciosa desenvolvida no método do trabalho de pesquisa, com detalhamento rigoroso e exato de toda ação.

Relatando Vergara (2010), pesquisa aplicada é basicamente determinada pela obrigação de determinar problemas reais, mais imediatos, ou não. Traz, assim, finalidade prática, ao contrário da pesquisa pura, motivada essencialmente pela curiosidade intelectual do pesquisador e situada sobretudo no nível da especulação. Exemplo de pesquisa aplicada: proposta de mecanismos que diminuam a infecção hospitalar.

A mesma autora relata, que a investigação intervencionista tem como principal objetivo interpor-se, interferir na realidade estudada, para modificá-la. Não se satisfaz, portanto, em apenas explicar. Distingue-se da pesquisa aplicada pelo compromisso de não somente propor resoluções de problemas, mas também de resolvê-los de forma efetiva e participativa.

Para Vergara (2010) a pesquisa bibliográfica é o estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, isto é, material acessível ao público em geral. Fornece instrumental analítico para qualquer outro tipo de pesquisa, mas também pode esgotar-se em si mesma.

Segundo Vergara (2010) a pesquisa experimental é investigação empírica na qual o pesquisador manipula e controla variáveis independentes e observa as variações que tal manipulação e controle produzem em variáveis dependentes. Variável é um valor que pode ser dado por quantidade, qualidade, característica, magnitude, variando em cada caso individual. Variável dependente: é aquela que vai ser afetada pela independente. Variável independente: é aquela que influencia, determina ou afeta a dependente.

A pesquisa experimental permite observar e analisar um fenômeno, sob condições determinadas.

Foram utilizadas outras referências, que estruturaram os dados apresentados nos resultados relacionando-os aos processos de elaboração do mapa do estado atual, elaboração do mapa do estado futuro e elaboração do plano de ação.

4. RESULTADOS

4.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa selecionada para o estudo é uma agroindústria nacional de pequeno porte, localizada na Capital Sul-mato-grossense que beneficia produtos da apicultura, ofertando ao mercado variado mix de produtos como: mel centrifugado, mel em favo, mel em sachês, pólen, cera alveolada, dentre outros.

Suas atividades de planejamento, programação e controle da produção reúnem práticas de ações e decisões próprias do gerenciamento da produção. Segundo Batalha (2009), o desafio de gerenciar sistemas agroindustriais está resumido na busca das condições para atingir patamares aceitáveis de eficácia e eficiência desse sistema, conforme Figura 3.

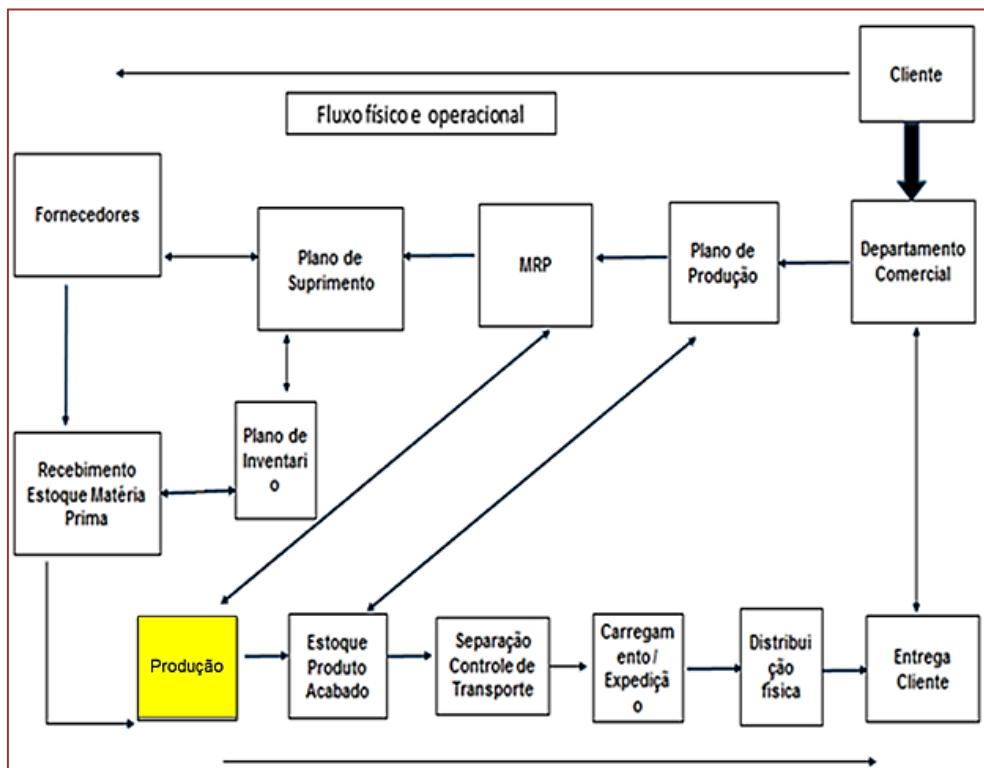
Figura 3 – Gestão Agroindustrial



Fonte: Batalha (2009).

A gestão agroindustrial envolve amplo contexto abrangendo aspectos legais, sociais, culturais, tecnológicos e econômicos.

A proposta desta pesquisa, tem como ponto de partida a análise do fluxo logístico interno, conforme demonstrado na Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma dos processos físico e operacional

Fonte: Autoria própria.

O setor de envase de mel está inserido na caixa “Produção” do fluxograma da empresa e foi escolhido para análise e aplicação dos conceitos estudados, porquanto, recebe, seleciona e armazena temporariamente matérias primas, para beneficiamento, onde passam por análise de conformidade, e posteriormente são processados nas máquinas. Após essa etapa, são distribuídos às células subsequentes para a continuidade dos processos de manufatura interna.

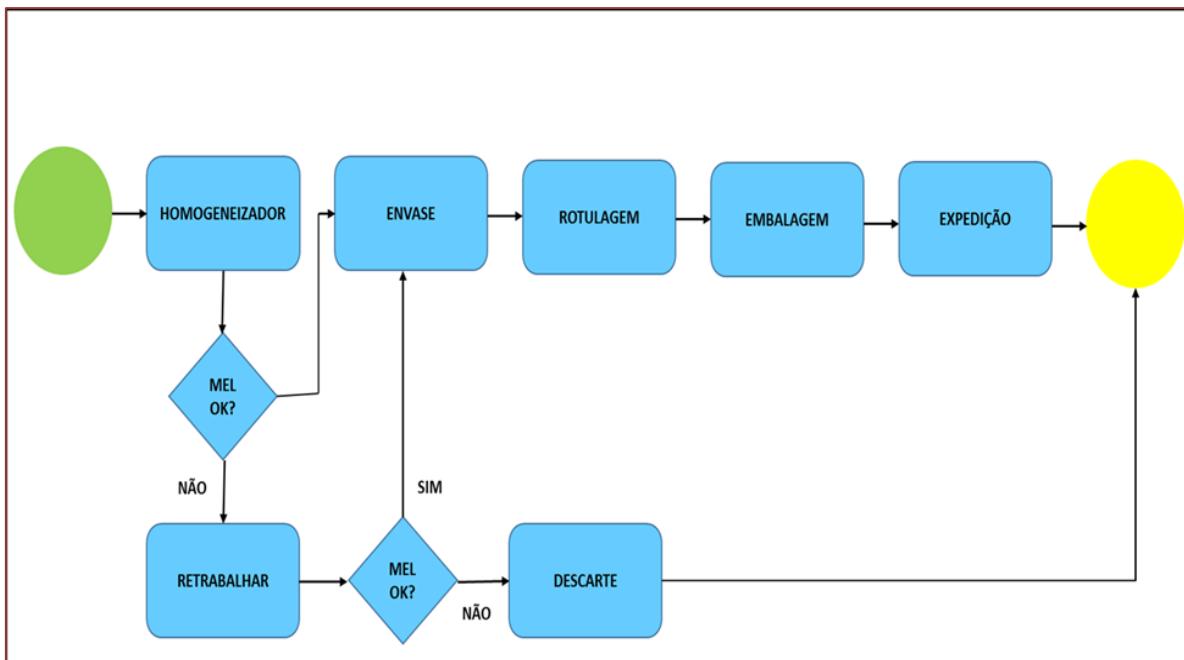
O processo de produção é iniciado por meio do PCP principal, que comunica as previsões com os fornecedores, para um horizonte de oito semanas, autorizando os pedidos semanalmente. As matérias primas são recebidas semanalmente por modal rodoviário. As Ordens de Produção semanais são programadas por setores, gerando as respectivas Ordens de Envase, para as quais, os programadores selecionam os materiais que serão necessários aos processos fabris, via sistema eletrônico.

Após concluída a seleção das matérias primas através do sistema eletrônico, emite-se uma ordem de envase, que é enviada ao almoxarifado, que consequentemente movimenta o material requerido do estoque para o chão de fábrica.

Uma operária recebe os materiais selecionados, agrupando-os por ordem em uma bancada. Ao processo seguinte o material é encaminhado, com sua respectiva ordem de envase, momento em que é realizada via sistema eletrônico a análise de qualidade das matérias primas a serem beneficiadas, tendo em vista a otimização do aproveitamento dos materiais a serem processados. Após análises de conformidade, o mel é encaminhado para homogeneização onde é aquecido a temperatura de 44°C.

Após homogeneizado, o mel segue pelos processos subsequentes de envase, rotulagem, embalagem e expedição, conforme demonstra a Figura 5.

Figura 5 – Fluxo detalhado do processo de produção do mel

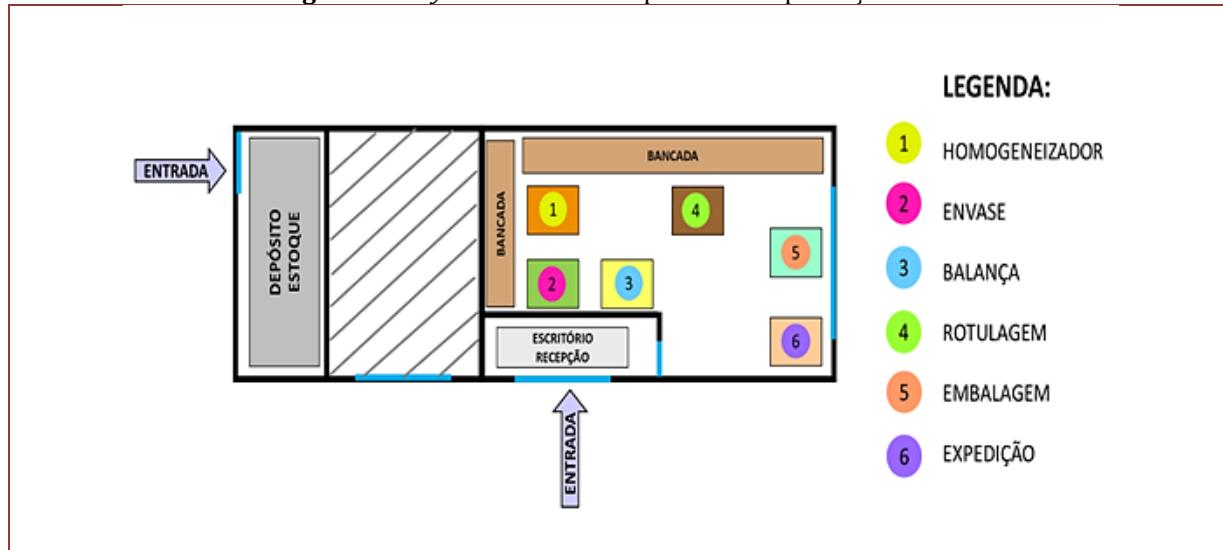


Fonte: Autoria própria.

Com base nos princípios enxutos, os processos de produção do mel desta indústria visam diminuir o lead time.

O bom planejamento do *layout* da planta em estudo, proporciona agilidade ao fluxo de seus processos, conforme demonstra a Figura 6.

Figura 6 – Layout otimizado do processo de produção do mel



Fonte: Autoria própria.

A importância de um layout bem ajustado ao processo de produção, proporciona maior liquidez para o empreendimento.

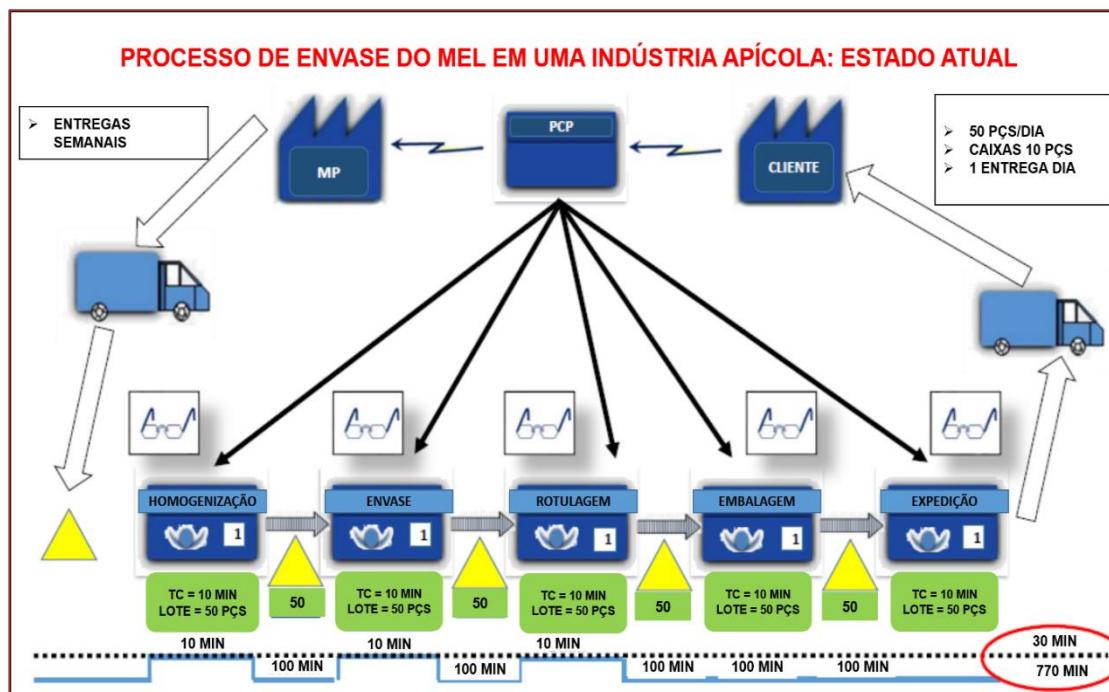
4.2. DESCRIÇÃO/MAPEAMENTO DO PROBLEMA

A partir do diagnóstico das causas do problema, foi construído o mapa do estado atual, identificando-se as oportunidades de melhoria dos processos analisados, conforme mostra a Figura 7. Baseado nos princípios enxutos, esse mapa propõe a redução dos desperdícios identificados no estado atual e a elaboração de um mapa futuro com as devidas melhorias. Os tempos verificados nos mapas foram estimados levando-se em consideração a coleta de dados históricos, a experiência das operárias e a observação com cronometragem dos processos pelo pesquisador. In loco observou-se o processo time em que uma operadora executa a atividade ou tempo de valor agregado (P/T), o lead time (LT), a realização do processo o número de turnos em que as operadoras trabalham e a quantidade em estoque (E) entre processos.

Após 10 (dez) cronometragens a média do *lead time* resultou em 799,5 minutos por lote de 50 unidades, porquanto foi adotado para este experimento o valor inteiro de 800min/lote 50pçs.

Foram identificados desperdícios, por conta da aplicação do mapeamento de fluxo de valor, nos processos de estocagem, rotulagem dos frascos, com desalinhamento da programação em relação à demanda e retrabalhos na seleção dos insumos e na separação de ordens.

Figura 7 – Mapa do Fluxo de Valor – Estado Atual



Fonte: Autoria própria.

A visualização através de ferramentas matemáticas da situação do estado atual baseada nos sete desperdícios do *lean manufacturing*, facilita o desafio de enxergar os desperdícios que devem ser eliminados na empresa, conforme demonstra o gráfico de agregação de valor deste estudo no Gráfico 1.

O gráfico de agregação de valor do estado atual demonstra o percentual de desperdícios que podem ser eliminados na empresa.

O estado atual determinou de forma numérica o percentual de agregação de valor e permitiu a projeção de um novo fluxo e a sistemática para aumentar o valor agregado.

Isso ocorreu devido à mentalidade de produção em massa, à produção empurrada, ao paradigma de produção não alinhado com a realidade atual, ocasião em que foram observados grandes lotes intermediários que elevam os custos.

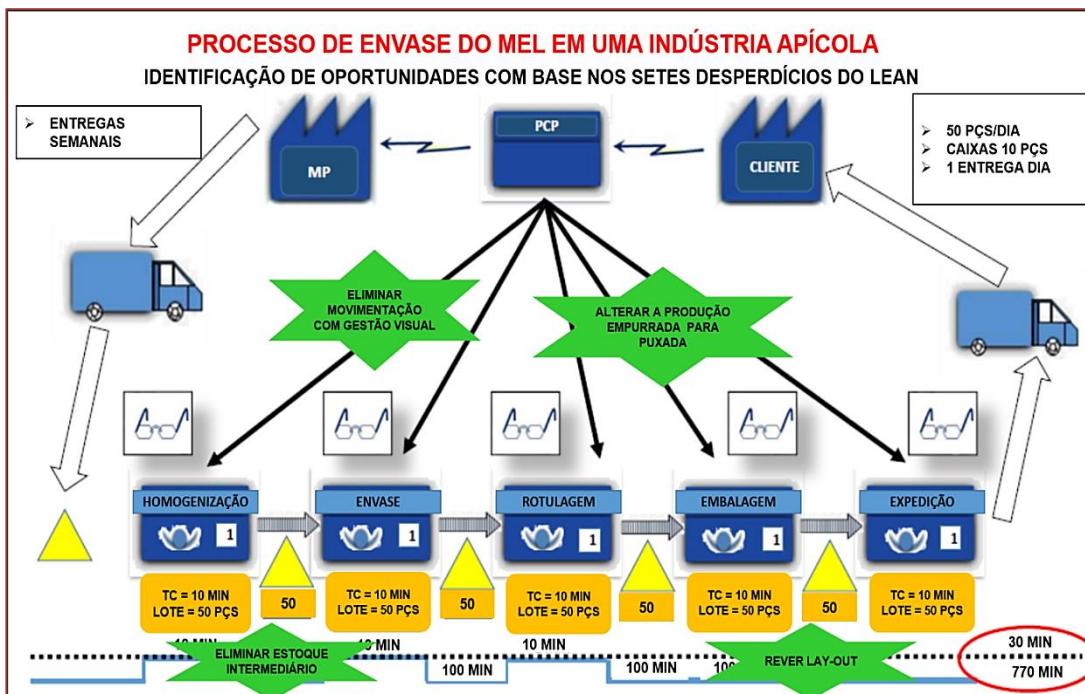
Gráfico 1 – Agregação de valor



Fonte: Autoria própria.

Áreas de oportunidades foram identificadas sob a ótica dos sete desperdícios do *lean manufacturing*, revelando perdas a ser excluídas, para que a empresa se torne mais rentável e competitiva, conforme demonstra Figura 8.

Figura 8 – Identificação de oportunidades



Fonte: Autoria própria.

O presente estudo também nos permite avaliar as seguintes oportunidades:

- redução dos estoques intermediários;
- redução de perdas por estoque intermediário;
- minimização do risco de perdas de peças e ou lotes por erros;
- diminuição de matéria prima processada parcialmente sem faturamento;
- ganho no tempo de faturamento de hora-homem, hora-máquina e energia consumida, pelas peças concluídas com mais agilidade.

4.3. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO/MELHORIA SUGERIDA

A solução proposta é a construção do mapa do estado futuro e de um plano de ação, para o êxito e otimização dos processos fabris da agroindústria alvo do presente estudo.

A primeira etapa para construção do mapa do estado futuro é determinar o *takt time*. O tempo *takt* resulta da divisão do tempo disponível por turno pela demanda do cliente por turno.

Através dos parâmetros das fases do mapa de fluxo de valor, tem-se o cálculo quantitativo da produção em função do tempo, conforme descrito no Quadro 3.

Quadro 3 – Fases do mapa de fluxo de valor

Fases do mapa de fluxo de valor	
1	Lead time = 800min/lote 50pçs
2	Tempo de agregação de valor = 30 min/lote 50pçs
3	Tempo de não agregação de valor = 770 min/lote 50pçs
4	Considerando 1 turno de 8h/dia = 480min
5	$1^{\text{º}} \text{ dia} - (480\text{min/dia}) / (800 \text{min/lote 50pçs}) = 0,60 \text{ lotes 50pçs ou 30 peças/dia}$
6	Não será possível entregar a quantidade desejada no 1º dia, somente a partir do 2º dia.

Fonte: Autoria própria.

As melhorias sugeridas resultarão na redução dos desperdícios, conforme ilustrado na Figura 9.

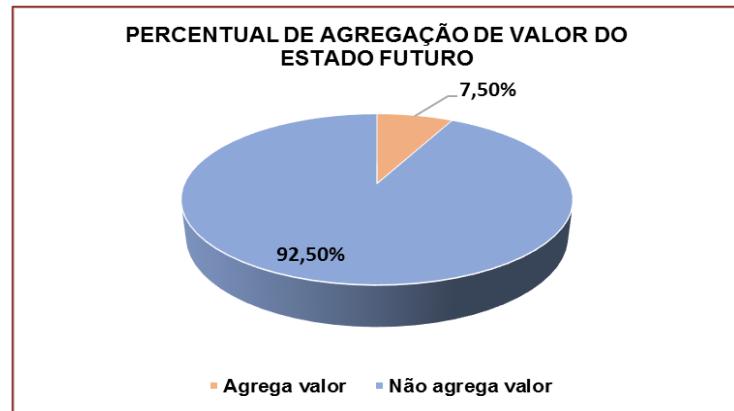
Figura 9 – Mapa do Fluxo de Valor – Estado Futuro



Fonte: Autoria própria.

O Mapa do Fluxo de Valor – Estado Futuro, elaborado por meio deste estudo, evidencia a agregação de valor aos processos desta agroindústria.

O índice de percentual de agregação de valor do estado futuro, a partir da análise dos pontos de melhoria encontra-se descrito na Gráfico 2.

Gráfico 2 – Agregação de valor do estado futuro

Fonte: Autoria própria.

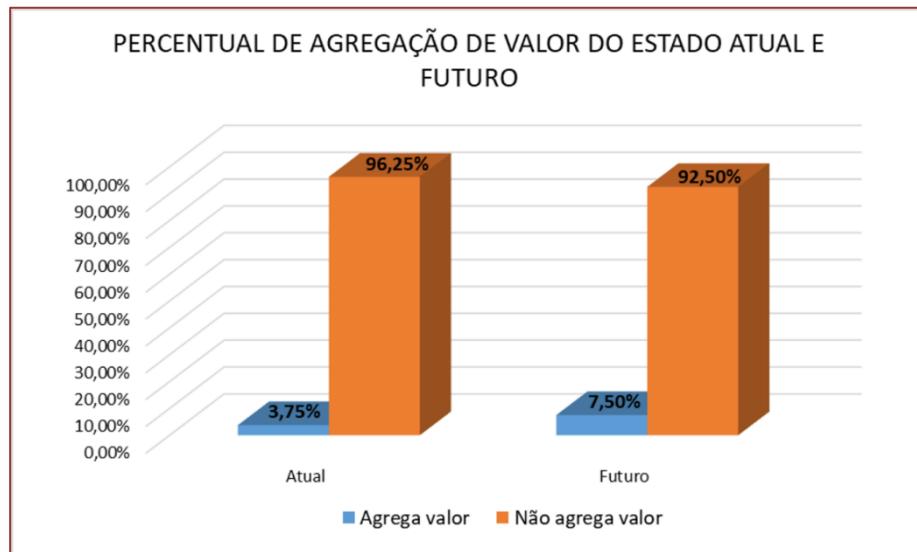
A avaliação dos resultados ilustrado no Gráfico 2 identificou áreas de oportunidades, como o índice de percentual de agregação de valor do estado futuro. Por meio dos pontos de melhoria encontrados neste estudo sugere-se para manutenção dos ganhos, implementar algumas ferramentas de gestão – como 5s, gestão visual, padronização, *kanban*, indicadores e conhecer o *takt time*. Também há a necessidade de desenvolver um plano de melhorias e executar.

4.4. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Estado atual comparado ao estado futuro, permite verificar que as melhorias realizadas resultam na redução dos desperdícios, sendo que em alguns casos podem ser necessários alguns investimentos, ocasionando mudanças no modelo mental e na forma de realizar os processos.

Essa análise também permite ver a redução no fluxo de informações físicas, redução de estoque intermediário, ganho de tempo com redução do *lead time*, redução da movimentação para entrega de op's e fluxo puxado, a partir da expedição, conforme demonstrado no Gráfico 3.

O Gráfico 3 ilustra a efetivação da observação alvo do estudo, evidenciando para a empresa a importância do controle de perdas.

Gráfico 3 – Comparação da agregação de valor

Fonte: Autoria própria.

Um plano de ação para implementação do mapa do estado futuro e manutenção dos ganhos foi elaborado, sendo imperativo que seja desenvolvido com todos os envolvidos, conforme descrito no Quadro 4.

Quadro 4 – Plano de ação para uma indústria de mel

PLANO DE AÇÃO - 5W2H						
O QUE?	QUEM?	ONDE?	POR QUÊ?	QUANDO?	COMO?	QUANTO?
Mudanças no modelo mental (forma de fazer)	Gerente	Sala de reunião	Atender as mudanças propostas	Mensal	Por meio de palestras	Sem custo
Redução do fluxo de informações físicas	Gerente	Sala de reunião	Tornar o processo enxuto	Mensal	Por meio de palestras	Sem custo
Redução do estoque intermediário	Supervisor	Chão de fábrica	Evitar perdas	Diário	Conferência visual	Sem custo
Fluxo puxado a partir da expedição	Supervisor	Chão de fábrica	Otimização de processo	Diário	Conferência visual	Sem custo
Implementar ferramentas de gestão	Gerente	Gerência	Melhoria da gestão	Mensal	Por meio de software	R\$ 4.800,00
Desenvolver plano de melhoria e executar	Gerente	Gerência	Alcançar metas	Mensal	Por meio de software - MS Project	R\$ 10.200,00

Fonte: Autoria própria.

Uma vez implementado pela empresa o plano de ação proposto no Quadro 4, ocorrerá a efetivação da agregação de valor identificada neste estudo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo único investigar a aplicação da ferramenta da filosofia *lean* - Mapeamento do Fluxo de Valor, no processo de fornecimento de mel e demais insumos para o setor de envase de uma agroindústria de produtos apícolas, permitindo identificar os desperdícios inerentes ao processo e propondo melhorias para redução de perdas e redução no *lead time*.

Ficou demonstrado que a ferramenta do *Lean Manufacturing* – MFV, proporcionou visibilidade ao estudo e permitiu inferir através dos resultados, ganhos por meio da mitigação de perdas nos processos desse empreendimento agroindustrial.

O presente trabalho também nos permite fazer as seguintes considerações se executado o plano de ação proposto:

- o lead time será fixo = 800 min/lote;
- haverá redução dos estoques intermediários;
- ocorrerá redução de perdas por estoque intermediário;
- minimização do risco de perdas de peças e ou lotes por erros;
- diminuição de matéria prima processada parcialmente sem faturamento;
- ganho no tempo de faturamento de hora-homem, hora-máquina e energia consumida, pelas peças concluídas com mais agilidade.

Associados aos resultados descritos, teve-se como foco a análise logística e estratégias da gestão dos processos fabris através da ferramenta MFV com vistas à redução de despesas e aumento da liquidez do empreendimento.

Este estudo traz luz a um importante segmento econômico da sociedade, a agroindústria apícola, que provê alimentos de qualidade à sociedade, contribuindo também para a Academia, instando-a a pesquisas futuras na mesma área, aprofundando o presente estudo ou complementando-o.

REFERÊNCIAS

- [1] BATALHA, M. O. (Coord.). Gestão Agroindustrial: 5. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- [2] CONCEIÇÃO, S. V.; RODRIGUES, I. A.; AZEVEDO, A. A.; ALMEIDA, J. F.; FERREIRA, F.; MORAIS, A. Desenvolvimento e implementação de uma metodologia para troca rápida de ferramentas em ambientes de manufatura contratada. Gestão e Produção v.16, n.3, p.357-369, 2009.
- [3] GHINATO, P. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just-in-Time. Production, v.5, n. 2, p. 169-189, 1996.
- [4] GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- [5] IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária. Pesquisa da Pecuária Municipal 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agriculturae-pecaaria/9107-producao-dapecuaria-municipal.html?=&t=oque-e>. Acesso: 19 nov. 2021.
- [6] KRAJEWSKI, ENTERPRISE INSTITUTE. Léxico lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2009.
- [7] LAGE JUNIOR, M.; GODINHO FILHO, M. Adaptações ao sistema kanban: revisão, classificação, análise e avaliação. Gestão e Produção v.15, n.1, p. 173-188, 2008.
- [8] LIKER, J. K.; MEYER, D. Modelo Toyota - Manual de Aplicação: Um Guia Prático Para a Implementação dos 4Ps da Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- [9] LIKER JK. O Modelo Toyota: Quatorze princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- [10] MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- [11] MUEHRCKE, P.; MUEHRCKE, J. Map Use: Reading, Analysis and Interpretation. Madison, WI: JP Publications, 1992.
- [12] OHNO, Taichi. O Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- [13] OLIVEIRA, M.; FERREIRA, V.R. Aplicação da metodologia “Seis Sigma” para redução das perdas na fabricação de celulose. In. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 27., 2005, Gramado. Disponível em <http://www.din.uem.br/abpo/sbpo.2005/pdf/avq0150.pdf>. Acesso em: 20 out. 2021.
- [14] ROTHER, M., SHOOK, J. Aprendendo a enxergar. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1998.
- [15] SAIA, R. O lean manufacturing aplicado em ambientes de produção engineer to order. 2009. 81p. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.
- [16] SHINGO, S. O Sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- [17] VERGARA, SYLVIA CONSTANT. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 12. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- [18] WERKEMA, M. C. C. Lean seis sigma: introdução às ferramentas do lean manufacturing. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006.
- [19] WOMACK, J.P., JONES, D.T. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004

Capítulo 2

Aplicação da ferramenta DMAIC em uma fábrica de embalagens para melhoria do índice de reclamações de clientes

Nádyra Rodrigues Diniz

Juliene Barbosa Ferreira

Renato Luvizoto Souza

Alexsandro Silva Solon

Resumo: A competitividade e a excelente relação custo/benefício fez com que a produção de embalagens de papelão ondulado evoluísse acompanhando a Revolução Industrial e respondendo à pronta demanda por mais embalagens de transporte, como também caminhando paralelamente às atividades econômicas. A qualidade de produtos e serviços está diretamente relacionada à satisfação do consumidor e ao atendimento das exigências do mercado, tendo como base a acessibilidade, custos, durabilidade, funcionalidade, operacionalidade e segurança. Na busca por destaque comercial, uma das estratégias adotadas pelas empresas é a prática da melhoria continua por meio do controle da qualidade que possibilita o conhecimento claro dos processos, identifica, analisa e previne as falhas que ocorrem durante o processo, com isso pode-se evitar a ocorrência de erros, custos com a não qualidade, com manutenção e fazer com que a satisfação do cliente não seja afetada e como consequência, pode-se assegurar a produtividade da empresa. Assim, o presente trabalho teve como objetivo aplicar a metodologia DMAIC para tratamento do número de reclamações por itens defeituosos em uma indústria de papelão ondulado, localizada na cidade de Jundiaí – SP. Logo, fez-se necessário identificar as variáveis de controle do processo, estabelecer padrões de qualidade conforme especificações técnicas e relação cliente/fornecedor, e, implementar as ferramentas da qualidade por meio do método Six Sigma, com o uso da ferramenta DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve e Control). Os resultados foram satisfatórios após a execução das melhorias propostas, uma vez que não houve recorrência de reclamações do desvio apontado como mais crítico no período avaliado, e, por consequência, o nível de atendimento ao cliente foi impactado positivamente. Além disso, as ações trouxeram maior visão sobre o campo das áreas produtivas, em que são identificadas as causas raízes dos desvios, proporcionando a correção internamente por meio da otimização e padronização de processos com antecedência para que não afete o produto final.

Palavras chave: Controle da qualidade; DMAIC; Papelão Ondulado; Reclamações de Cliente.

1. INTRODUÇÃO

A gestão da qualidade, com o interesse de atender as necessidades do consumidor final e das partes interessadas, visa controlar e analisar os padrões de produtos ou processos a fim de encontrar variações, defeitos e falhas, elencar as causas das ocorrências de variabilidades, para projetar possíveis planos de ações e melhorias nos processos (ROSÁRIO *et al.*, 2015).

No contexto da gestão da qualidade, o Seis Sigma recebe grande destaque quando a intenção é reduzir ou eliminar as não conformidades identificadas e aumentar o lucro através da otimização do controle dos processos, diminuindo custos com desperdícios e retrabalho, além de aumentar o desempenho dos processos (JÚNIOR *et al.*, 2018).

O papel ondulado é parte integrante da sociedade de consumo e está presente no dia a dia de todas as pessoas de acordo com a Associação Brasileira de Papel Ondulado (VIEIRA, 2021). Sua excelente relação custo-benefício, devido a sua estrutura ser leve, resistente e versátil, transforma este material no componente mais utilizado para a produção de embalagens para os mais diversos tipos de produtos, facilitando o deslocamento, a armazenagem e a exposição no ponto de venda, sendo responsável pelo transporte e proteção de aproximadamente 75% dos produtos embalados no mundo. Segundo os dados da Pesquisa de Indústria Anual (PIA – IBGE) publicados em 2018, o setor de papel e celulose cresceu mais de 1.300% em dez anos.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo aplicar a metodologia DMAIC para tratamento do número de reclamações por itens defeituosos em uma indústria de papelão ondulado localizada na cidade de Jundiaí – SP. Portanto, faz-se necessário identificar as variáveis de controle do processo, estabelecer padrões de qualidade conforme especificações técnicas e relação cliente/fornecedor, e, implementar as ferramentas da qualidade por meio do método *Six Sigma*, com o uso da ferramenta DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve e Control*).

2. SEIS SIGMA: MÉTODO DMAIC

O Seis Sigma foi criado na Motorola na década de 1980 pelo engenheiro Bill Smith, o qual fez com que a Motorola ganhasse o Prêmio Nacional da Qualidade Malcom Baldrige. Já na década de 1990, Mikel Harry e Richard Schroeder, ex-funcionários da Motorola e profissionais da área da qualidade, elaboraram a “*Six Sigma Academy*”, com o intuito de levar o programa Seis Sigma para outras organizações (CARPINETTI, 2012).

Para Carpinetti (2012) o Seis Sigma é um programa de melhoria com a finalidade de diminuir os desperdícios e ter como resultado a redução dos custos e o avanço nas respostas para as exigências dos clientes, nos aspectos de produtos de qualidade e credibilidade nos atendimentos. Desde a sua criação até os dias atuais, o programa passou por algumas evoluções de conceitos, além da perspectiva estatística, o Seis Sigma também conta com a perspectiva estratégica (CIVARDI, 2017).

A abordagem estatística está associada à análise de variabilidade do processo em que devem estar entre os limites de especificações, esses limites são determinados por meio das unidades de desvio-padrão, o sigma. Esta metodologia faz se o uso de várias ferramentas estatísticas, presentes no controle estatístico do processo, para mensurar e controlar o desempenho do sistema objetivando a ocorrência de apenas 3,4 defeitos por milhão, ou seja, ter um processo que não inclua a presença de quase nenhum erro (Carvalho *et al.*, 2012).

Por outro lado, do ponto de vista de Toledo *et at.* (2013), o Seis Sigma também é visto como uma forma estratégica para a empresa. Tal abordagem tem a finalidade de aumentar a lucratividade voltando-se para as demandas do cliente, o qual procura aprimorar os processos produtivos reduzindo ou eliminando os defeitos e as variabilidades do processo, proporcionando excelência operacional e qualidade no produto final garantindo a satisfação do cliente. Outro ponto em questão é que quando se tem o objetivo de elevar os lucros, automaticamente se constrói uma relação entre das áreas estratégicas com as vantagens financeiras, originando uma maior participação da alta gerência.

A novidade proposta pelo Seis Sigma foi a integração de ferramentas já conhecidas, como o controle estatístico de processos (CEP), em um projeto de experimentos em uma metodologia chamada DMAIC. A sigla DMAIC corresponde a *Define, Measure, Analyse, Improve e Control*. Servin *et al.* (2012) acrescenta que, embora o DMAIC seja a metodologia mais utilizada para aplicação do Seis Sigma, existe também a abordagem utilizando as ferramentas e base do Ciclo PDCA.

O DMAIC trata-se de uma metodologia sistêmica fundamentada em dados e utilização das ferramentas estatísticas na identificação, análise e tratamento de problemas, bem como controlar e melhorar o desempenho de processos (CONCEIÇÃO, RODRIGUES, 2019). Suportado pelo PDCA, o DMAIC é o método mais utilizado no direcionamento do programa Seis Sigma, estruturado em um conjunto de etapas de aplicações que seguidas de forma disciplinada, além de proporcionar a melhoria contínua, direcionam para o alcance das metas estratégicas de uma empresa (SERVIN *et al.*, 2012).

O DMAIC compreende os objetivos e as ferramentas que podem ser utilizadas em cada passo do projeto, conforme quadro 1.

Quadro 1. Etapas DMAIC e relação das ferramentas da qualidade

Fase	Objetivo	DMAIC	Ferramentas
Definição	Definição de oportunidades e avaliação financeira	- Definir os requisitos do cliente; - Identificar variáveis de saída para avaliação do projeto; - Criar infraestrutura; - Avaliar o impacto do projeto.	- QFD; - Diagrama de causa e efeito; - Gráfico de pareto.
Medição	Medição de processo e conversão em informações que indiquem solução	- Avaliar as variáveis chave de entrada; - Avaliar capacidade do processo; - Mapear processo; - Identificar variáveis dominantes.	- Cartas de controle; - Histograma; - Gráfico de Tendência; - Índices de capacidade.
Análise	Análise dos dados e determinação das causas.	- Analisar a relação entre as variáveis chaves; - Analisar variação predominante; - Implementar soluções.	- Cartas Multivariadas; - Teste de Hipóteses; - Análise de correlação e regressão; - DOE
Melhoria	Aperfeiçoamento dos processos e obtenção dos resultados	- Executar experimento e analisar resultados; - Determinar tolerâncias; - Desenhar e implementar novo processo.	- Planejar e executar o DOE; - Superfície resposta (RSM); - EVOP (operação evolutiva).
Controle	Manutenção dos ganhos obtidos	- Manter os ganhos obtidos por meio de padronização; - Treinamento dos envolvidos.	- Plano de controle; - Instruções de trabalho.

Fonte: Adaptado de Flemming (2003)

a) Definir (Define): Identificação do processo a ser otimizado, confirmar se o projeto está alinhado com os objetivos estratégicos da empresa, definir a equipe, escopo, metas e cronograma, fazer o levantamento das necessidades dos clientes, mapear o processo e calcular o retorno econômico e impacto (JUNIOR *et al.*, 2018);

b) Medir (Measure): Planejar coleta de dados, garantir confiabilidade dos dados, evidenciar variabilidade do processo, definir nível atual do processo (CABRAL *et al.*, 2018);

c) Analisar (Analyze): Estabelecer metas, fazer o levantamento de possíveis causas, estratificar e estudar o processo, validar a causa-raiz (CABRAL *et al.*, 2018);

d) Implementar (Improve): Levantar possíveis ações de melhoria, avaliar e priorizar soluções, implementar plano de ação piloto, evidenciar a melhoria e o retorno obtido. Se o resultado alcançado não for satisfatório recomenda-se voltar a etapa 2 para revisar e melhorar todos as fases executadas até o momento (OTAVIANO, 2010);

e) **Controlar (Control):** Gerenciar melhorias implementadas, prevenir ocorrências de falhas, criar ou modificar documentação de todo sistema e promover treinamento, padronizar e documentar as melhorias aplicadas (OTAVIANO, 2010).

Observa-se que o ciclo sempre estará em um movimento contínuo, que permite que a empresa faça uma análise, planeje, execute, controle e verifique continuamente os processos, a fim de constatar se os resultados estão sendo favoráveis, se caso obtenha-se resultados positivos ao final do ciclo tende-se padronizar as tarefas para continuar gerando resultados satisfatórios, caso contrário, recomeça-se o ciclo com um novo propósito e novas metas a serem alcançadas (CIVARDI, 2017).

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa realizada é de caráter descritivo, pois tem o intuito de observar e analisar os processos que acontecem em uma fábrica de embalagens de papelão ondulado, localizada em Jundiaí – SP, aplicando ferramentas da qualidade que permitem identificar e tratar as variabilidades que acontecem nos serviços prestados (CERVO et al., 2007). A técnica de pesquisa utilizada no trabalho foi o estudo de caso e a observação participante. O instrumento de pesquisa foi a pesquisa de campo, cuja coleta de dados primários foi realizada no período de janeiro a dezembro de 2020. Para o tratamento dos dados utilizou-se a abordagem quantitativa, com estatística descritiva, uma vez que foram empregadas ferramentas da qualidade para identificar e solucionar os problemas encontrados durante os processos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa escolhida tem 121 anos é a maior produtora e exportadora de papéis do Brasil, líder na produção de papéis e cartões para embalagens, sacos industriais e embalagens de papelão ondulado, além disso é a única a fornecer celulose de fibra curta (eucalipto), celulose de fibra longa (pínus) e celulose *fluff*. A empresa possui 25 unidades industriais, sendo 24 no Brasil e 1 na Argentina e possui mais de 23 mil colaboradores (levando em conta os diretos e indiretos).

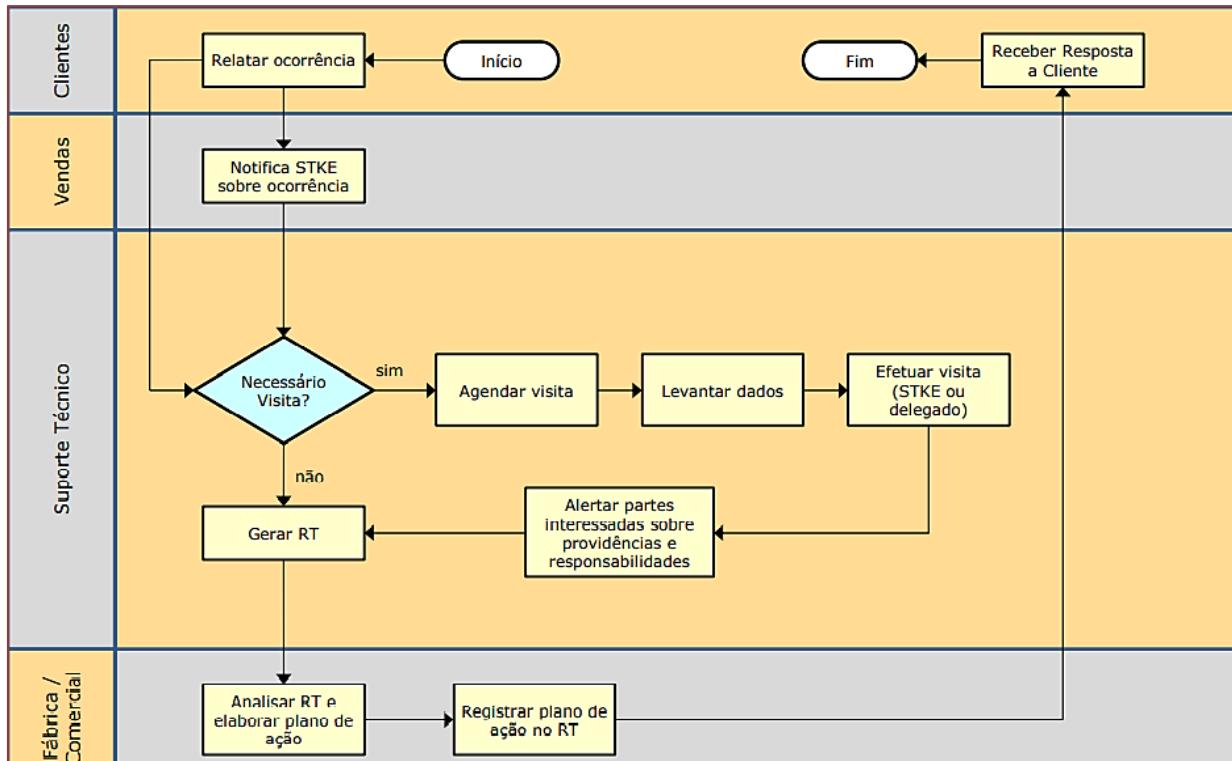
O *market share* no Brasil até o terceiro trimestre de 2020 estava concentrado em 42% para papéis Kraftliner, 50% papel cartão, 50% sacos industriais e 18% de embalagens de papelão ondulado. A destinação das vendas se distribuiu em 67% para o ramo alimentício, 13% bens de consumo, 8% construção e 12% outros setores.

De acordo com o processo em alguns casos há reclamações de clientes, as quais podem ou não gerar devoluções. Por ser a maior empresa do setor no Brasil, as consequências de uma reclamação podem gerar um grande impacto financeiro para a empresa, considerando perda do produto, devolução de clientes, retrabalhos, etc.

A seguir, os dados serão apresentados seguindo a metodologia DMAIC. A primeira etapa é a de Definir.

• **Definir:** o primeiro passo foi descrever o processo de registro das reclamações dos clientes.

As reclamações devem ser apontadas no SICP (Sistema Integrado de Comercialização e Produção) via RT, pode ser registrado um ou mais modos de falhas em um mesmo documento, porém individualmente, ou seja, não é permitido registrar em um único RT a conjugação de duas ou mais reclamações recebidas em períodos diferentes. A empresa tem duas formas de registrar as reclamações, por meio das sinalizações dos próprios clientes e por meio de visitas preventivas, ou seja, visitas que o suporte técnico faz nas fábricas dos compradores para identificar oportunidades de melhorias, a figura 1 explica como ocorre o fluxo de registro de informações.

Figura 1. Fluxograma do registro e resolução de reclamação de cliente

Fonte: Cedido pela empresa.

Mediante planejamento anual de visitas, estruturado pela área comercial, na qual as datas são acordadas entre vendedor e cliente, o suporte técnico realiza visitas nas linhas de produção dos clientes com o intuito de analisar o processo dos compradores com os produtos fornecidos pela empresa para levantar informações relevantes a fim de destacar possíveis melhorias internas e prevenir futuras falhas. Se durante a visita preventiva for observado alguma não conformidade é gerado um RT preventivo ou caso cliente informe alguma anomalia, essa deve ser documentada em um outro RT procedente, separado do RT preventivo.

A variabilidade do processo pode acontecer em diferentes partes da linha produtiva devido a diversos fatores internos e externos que em determinados momentos saem do padrão estabelecido e provoca o desvio.

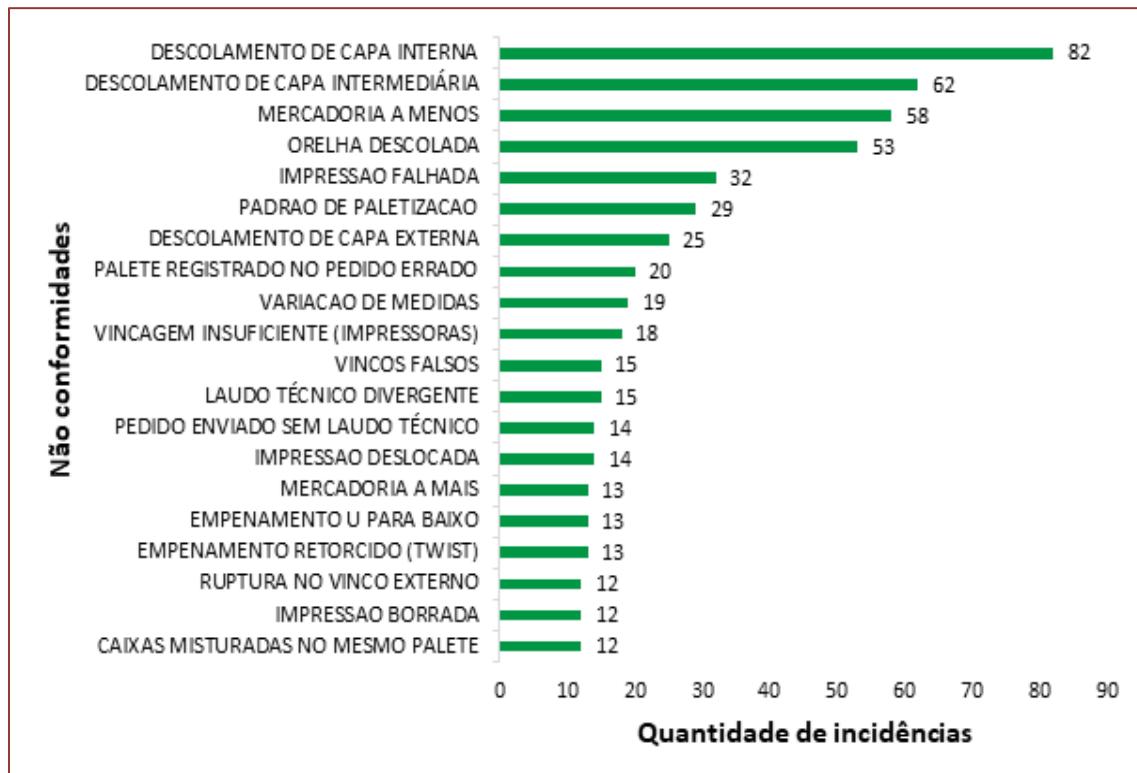
- **Medir:** O segundo passo refere-se ao objetivo de medir. Buscando avaliar as variáveis chave de entrada. Neste caso, as devoluções só poderão dar entrada na empresa mediante abertura do RT. Ao receber a informação do ato de devolução, a expedição realiza o cálculo de viabilidade do retorno do material e sinaliza o suporte técnico que autoriza juntamente com a coordenação a volta do produto. O líder da expedição faz a liberação da entrada do caminhão, no descarregamento o conferente da expedição checa toda a mercadoria, se detectado alguma anomalia, a controladoria e o suporte técnico deverão ser informado, e orienta os operadores de empilhadeiras e ajudantes dar início a retirada dos itens.

Há uma série de modos de falhas que podem ocorrer e serem apontadas pelos clientes. Os modos de falha se classificam em produto e serviço. Para cada modo de falha existe uma métrica estabelecida para verificar se a reclamação é procedente ou não.

No ano de 2020 foram registradas 446 reclamações, sendo 310 acima do percentual de defeito aceitável (PDA) e 136 abaixo do PDA. O percentual de defeito aceitável em que o desvio tenha como causa problemas relacionados aos sistemas operacionais é de 0,7%, já para desvios associados a mercadorias a mais ou a menos é de 2,0%.

Das RTs listadas 159 pedidos foram devolvidos. Há também uma classificação de reclamações por produtos ou serviços, logo 305 estão associadas a produtos e 141 a serviços. Os desvios mais recorrentes estão contabilizados no gráfico 1.

Gráfico 1. Incidência por não conformidades mais recorrentes



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da empresa.

Em alguns casos há reincidência de queixas de falhas nos pedidos, no ano de 2020, 69 clientes abriram mais de uma RT em períodos diferentes, destes, 63 contavam com apontamentos de desvios acima do percentual de defeito aceitável e 6 abaixo. Considerando os desvios que estão acima do PDA, pois são estes que impactam os indicadores de porcentagem do nível de atendimento e o tempo de retorno do plano de ação para os clientes, montou-se o gráfico abaixo para exibir em ordem decrescente a quantidade de defeitos registrados por clientes que apresentaram recorrência de reclamações sobre as chapas/embalagens recebidas.

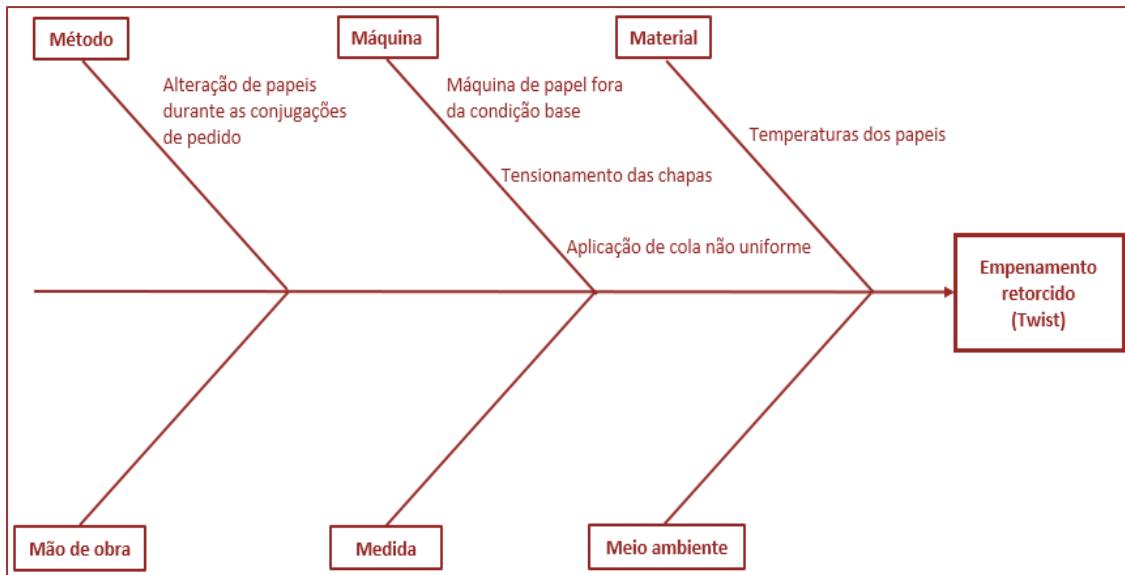
Observa-se que empenamento retorcido (Twist) foi a maior recorrência de reclamações do cliente AAAF, aparecendo 8 vezes entre os 16 defeitos reclamados por este comprador ao longo de 2020, o que corresponde a 50% dos modos de falhas apresentados.

- **Analizar:** Esta é a terceira fase do DMAIC. O desvio encontrado está na responsabilidade da área de onduladeira, onde são produzidas as chapas para posteriormente serem convertidas em duas passagens, primeiro em uma impressora corte e vinco e depois em uma corte vinco plana. Trata-se de embalagens para acondicionar capsulas de cafeteiras expresso, criadas a partir da composição de onda simples, micro ondulado "E", papel pardo, com o uso de cola de amido sem aditivos e sem aplicação de hidro impermeabilizantes nas capas.

Por meio de um brainstorming realizado com alguns operadores, líder da área e especialista de processos

possíveis causas raízes do empenamento retorcido (Twist) foram levantadas, posteriormente agrupadas e organizadas em um diagrama de Ishikawa:

Figura 2. Diagrama de Ishikawa – Empenamento retorcido (Twist)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da empresa

A partir da listagem das causas raízes foram criados alguns planos de ações com base na ferramenta 5W1H, especificada na fase de “Melhorar”.

- **Melhorar:** a quarta etapa destina-se a apresentar o que foi realizado com o intuito de melhorar o processo analisado, conforme quadro 2. Para a empresa em questão, foi elaborado o plano de 5W1H, referente a empresa AAAF, pois, apresentou a RT mais significativa.

Percebe-se que as melhorias propostas estão interligadas entre os setores de manutenção, operação e o PCP (Planejamento e controle da produção), logo a comunicação entre esses setores ganharam ênfase. Colaboradores chaves entre manutenção e produção foram direcionados para gestão e resolução de etiquetas de manutenção e operação, ferramenta utilizada com a implementação do TPM (*Total Productive Maintenance*) para identificação de anomalias no equipamento e fontes de sujeira, registro e planejamento de resolução de defeitos, assim conseguiram planejar estrategicamente a disponibilidade da máquina para tratar as irregularidades, seja em paradas para refeição, horários que não há turno ou preventivas.

O líder de onduladeira reforçou o hábito de monitorar o planejamento da produção juntamente com o programador para otimizar a programação evitando paradas não planejadas, agrupamento desfavorável de composições, metragens lineares curtas, redução do tempo de setup e total waste.

Quadro 2. Plano de ação para eliminar principais reclamações do cliente AAAF

O que	Porque	Onde	Quando	Quem	Como
Retirar todos rolos Elcon da onduladeira para posicioná-los no mesmo ângulo dos papéis e conferir o paralelo de todos rolos de abraçamento	Para que o papel fique uniforme nos rolos quentes da onduladeira, assim balanceando a secagem regular reduzindo a tensão desproporcional dos papeis	Onduladeira	ago/20	Manutenção	Por meio de regulagem mecânica colocando todos rolos no paralelo e invertendo todos rolos Elcon para que todos fiquem no ângulo correto de tração do papel
Criação e treinamento de um manual de boas práticas de fabricação de onduladeira	Para todos os operadores estarem alinhados em conhecimentos básico de como sanar todos os tipos de empenamento	Onduladeira	set/20	Especialista de processos	Estudando os principais pontos e boas práticas de conter empenamento e aplicar treinamento para toda equipe em máquina
Instalação do terceiro rolo pré aquecedor do triplex, junto a treinamentos de como corrigir empenamentos utilizando esta parte	A fim de que o tensionamento do papel face simples entre de maneira uniforme	Onduladeira	out/20	Especialista de processos	Mediante intervenção mecânica e treinamento para toda equipe
Elaboração de um procedimento operacional padrão (POP) sobre teste de iodo para verificação do perfil de cola em todas as ondas, sendo possível identificar a necessidade de realizar paralelismo de rolo	Com o intuito de manter a uniformidade da aplicação de cola aplicada na crista da onda, logo a umidade por excesso de cola em alguns pontos não iria variar	Onduladeira	Anterior as preventivas	Especialista de processos	Por intermédio de orientações de como realizar o teste de iodo e intervenção mecânica para atuar no paralelismo, se for preciso
Padronizar papeis para composição desta qualidade e criar um POP com todos ajustes do processo para ter parâmetros constantes de ajustes de máquina	Com o objetivo de padronizar ajustes de onduladeira com os mesmos papeis em toda produção conseguindo assertividade nos ajustes sem variação	Onduladeira	nov/20	Especialista de processos	Em contato com o PCP e após criar o POP para a operação estar alinhada
Troca da tela secadora e da prensa da máquina de papel	Os dois componentes estavam impedindo a máquina de produzir o papel com valores de porcentagem de umidade uniforme ao longo do perfil	Máquina de papel	dez/20	Manutenção	Trocando os componentes tela secadora e prensa fora da condição de base por novos

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da empresa.

- **Controlar:** Na quinta etapa do processo foram selecionados dois *Key Performance Indicator* (KPI's) para monitora o índice de reclamações de clientes):

a) % Nível de atendimento: Mensurado mensalmente por meio do cálculo da quantidade de pedidos faturados pela quantidade de pedidos reclamados, tendo como meta 99,21%;

b) Média do tempo de envio do plano de ação para o cliente: A meta para este indicador é de 12 dias.

Após a criação e implementação do plano de melhorias algumas rotinas importantes para contenção de desvios dos processos e defeitos dos produtos foram reforçadas para complementar o resultado positivo esperado das ações propostas. Durante a produção é feito o monitoramento da qualidade das chapas que estão sendo fabricadas. Os operadores e inspetores da qualidade devem seguir os procedimentos de acompanhamento listados no quadro 3.

Quadro 3. Especificações de monitoramento do produto

Item da Qualidade	Frequência			Padrão	Especificação	
	No início de cada pedido	Na troca de bobina	Na troca de onda		Limites de variação	Responsável
Características Visuais					OP	CQ
Empenamento	X	X		Plana	Impressora	X X
Bolhas	X	X		Sem bolhas	Impressora	X X
Rugas no papel	X	X		Sem rugas	Impressora	X X
Resssecamento	X	X		Dobrável	Colagem	X X
Alinhamento entre a capa e o miolo	X	X		Alinhado	+/- 5 mm	X X
Costelas	X	X		Sem costelas	Impressão	X X
Ondas altas e baixas	X	X		Iguais	Impressão	X X
Colagem	X	X		Dobrar a extremidade da chapa forçando a lateral 20 mm		X X
Qualidade dos vincos	X		X	Definidos bem pronunciados	Montagem	X X
Qualidade dos cortes	X		X	Sem rebarbas	Visual	X X
Características dimensionais das chapas						
Chapas vincadas	X			BO / FF	+/- 2 mm	X X
Chapas corte e vinco	X			BO / FF	+/- 5 mm	X X
Ajuste dos vincos	X			BO / FF	+/- 1 mm	X X

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da empresa.

Na saída da onduladeira foi direcionado um funcionário e demarcado um local para segregação de chapas, o que auxiliaria no filtro da inspeção da qualidade das chapas enviadas para as conversoras retendo chapas abauladas acima da fecha de 10 mm ou outros desvios como: ausência de miolo ou capas, bolhas, descolamento de capas, ressecamento de capas, entre outros.

Foi criado um *checklist* para monitorar a execução das boas práticas de produção na onduladeira de acordo com o manual criado pelo especialista de processos, afim de reduzir o problema de empentamento de chapas e o percentual geral de refugo da onduladeira.

Os operadores de onda, da forradeira, da cabine de controle e do empilhador ficaram responsáveis por preencher o *checklist* assim que executassem tal atividade diariamente ao decorrer de cada turno.

Alguns pedidos futuros do cliente AAAF receberam o acompanhamento do desempenho em máquina para a garantia da qualidade das embalagens expedidas. Além disso, continuou-se com o monitoramento de reincidências de reclamações, se no período de 90 dias não houvessem recorrências de falhas nos produtos do AAAF poderia ser considerado que determinado plano de ação foi eficaz, caso contrário, todo o ciclo de análise, melhorias e controle seria repassado novamente.

Figura 3. Checklist de boas práticas da onduladeira

Item	Check	Item à verificar	Local	Responsável	Operador
1	<input type="checkbox"/>	Troca de formato, verificar marcas laterais	Empilhador sup/inf.	Operador de empilhador	
2	<input type="checkbox"/>	Comunicação de refile abatxo de 40 mm	Cabine Decc	Operador de decc	
3	<input type="checkbox"/>	Realizar troca de formato, qualidade na tesoura	Tesoura auxiliar	Operador de decc	
4	<input type="checkbox"/>	Ajustar refile de imediato nas trocas	Vincadeira	Operador de decc	
5	<input type="checkbox"/>	Vincagem bem pronunciada, sem trincas	Empilhador sup/inf.	Operador decc/op.empilhador	
6	<input type="checkbox"/>	Grifar trocas de formato crescente	Cabine Decc	Operador de empilhador	
7	<input type="checkbox"/>	Verificar filme de cola, onda simples/duplo	Empilhador sup/inf.	Operador de empilhador	
8	<input type="checkbox"/>	Verificação temperatura na saída da tesoura	Tesoura auxiliar	Operador de decc	
9	<input type="checkbox"/>	Checklist medidas da vincadeira (1 X turno)	Vincadeira	Operador de decc	
10	<input type="checkbox"/>	Allinhamento refile forradeira (constantemente)	forradeira	Operador de forradeira	
11	<input type="checkbox"/>	Temp. capa externa, face simples, intermediaria	forradeira	Operador de forradeira	
12	<input type="checkbox"/>	Gap. de cola GU de acordo com tabela de qualidade	forradeira	Operador de forradeira	
13	<input type="checkbox"/>	Gap. de cola BHS/MTI de acordo com tabela	BHS/MTI	Operador de onda	
14	<input type="checkbox"/>	Temp. capa e milo BHS/MTI	BHS/MTI	Operador de onda	
15	<input type="checkbox"/>	Programar diluidor para WR 85/15%	Diluidor	Operador BHS	
16	<input type="checkbox"/>	Programar diluidor para Y 12/88%	Diluidor	Operador BHS	
17	<input type="checkbox"/>	Programar diluidor para T para 30/70%	Diluidor	Operador BHS	
18	<input type="checkbox"/>	Ligar geladeira ao iniciar o turno	Geladeira BHS	Operador de caldeira	
19	<input type="checkbox"/>	Desligar geladeira quando encerrar o turno aos finais de semana	Geladeira BHS	Operador de caldeira	

Fonte: Cedido pela empresa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para chegar ao objetivo proposto pelo trabalho, aplicou-se a metodologia DMAIC e outras ferramentas da qualidade no tratamento do número de reclamações por itens defeituosos em uma indústria de papelão ondulado.

A primeiro momento foi apresentado o fluxograma da fabricação de papelão ondulado como um todo e o mapeamento geral da produção envolvendo fornecedores, inputs, processo de transformação, outputs, áreas de apoio e clientes.

Na parte de definição, com o conhecimento do problema a ser estudado, os processos críticos que acarretam resultados não satisfatórios foram identificados. De acordo com o processo em alguns casos há reclamações de clientes que podem ou não gerar devoluções. Desta forma, descreveu-se o processo de registro das reclamações dos clientes e em seguida, as diferentes partes da linha produtiva que acontecem variabilidade no processo.

Na etapa referente ao “medir”, foram apresentados todos os modos de falhas industriais catalogados e feito o levantamento dos dados de todas as reclamações do ano de 2020, abaixo e acima do percentual de

defeito aceitável, apontando o número de devoluções e classificando as falhas relacionadas a produtos ou serviços. Os desvios mais recorrentes foram dispostos em um gráfico de barras. Em alguns casos há reincidência de reclamações, desta forma a partir das queixas recorrentes acima do PDA, as quais impactam os indicadores do nível de atendimento e o tempo de retorno do plano de ação para os clientes, evidenciou-se o cliente com maior número de reincidência, expondo o defeito que foi registrado com maior frequência em seus pedidos.

Analizando o modo de falha destacado, a área responsável foi comunicada, descrita e por meio de um brainstorming realizado com alguns operadores, líder da área e especialista de processos possíveis causas raízes do foram levantadas, posteriormente agrupadas e organizadas em um diagrama de Ishikawa para o melhor direcionamento do plano de ação.

Contou-se com a ferramenta 5W1H para planejamento e execução das melhorias que foram atreladas a equipe operacional, equipe de manutenção e PCP.

Na parte de controle, os KPI's utilizados para monitoramento foram a porcentagem do nível de atendimento e o tempo de retorno do plano de ação para os clientes, com as metas de 99,21% e 12 dias respectivamente. O plano de inspeção da qualidade teve reforço, foi criado checklist para monitoramento da execução das boas práticas de produção na onduladeira e estabelecido a análise de eficácia do plano de ação com a supervisão de 90 dias.

Este trabalho corrobora o estudo de Figueiredo (2018), cuja análise foi realizada para uma empresa semelhante, também do segmento de papelão ondulado. Foi utilizada a metodologia DMAIC para reduzir o número de reclamações de clientes por desvios originados nas conversoras, uma vez que no período observado havia uma tendência crescente das ocorrências de falhas registradas por meio de relatórios técnicos.

De forma semelhante, as três primeiras fases da sistemática foram para estudo da criticidade do problema em questão. Ao analisar as informações coletadas, o FMEA possibilitou a delimitação e descrição das não conformidades juntamente com suas causas e efeitos dispostos nos gráficos de Ishikawa. Para as últimas duas etapas Figueiredo (2018) trabalhou na criação do plano de ação seguindo a ferramenta 5G para identificação minuciosa de causas raízes. Por fim, o controle permitiu o levantamento dos indicadores que possibilitariam o monitoramento da eficácia das melhorias implementadas.

Portanto, conclui-se a importância deste estudo para o âmbito estratégico da empresa mediante ao cenário das exigências do mercado competitivo, ágil e dinâmico, uma vez que a metodologia DMAIC é o método mais utilizado no direcionamento do programa Seis Sigma, estruturado em etapas de aplicações que seguidas de forma disciplinada, além de proporcionar a melhoria continua, direcionam para o conhecimento claro das partes da linha de produção, interação entre as áreas diretamente ligadas ao processo, redução de custos, percepção dos problemas que podem acontecer durante a execução, controle e correção de falhas no sistema. Assim, pode-se evitar que os resultados possam estar fora dos padrões de qualidade estabelecidos, de modo a garantir a eficiência do sistema e evitar interferências no atendimento das necessidades e satisfação do cliente.

Embora os estudos utilizando o método DMAIC, evidenciem ganhos, seja de produtividade, de redução de reclamações de clientes, de redução de custos, este estudo apresenta limitações, sendo a principal o fato de ser um estudo de caso, o que não permite generalizações. Neste sentido, uma pesquisa mais ampla, que envolvessem outros setores e empresas (considerando porte e tempo de existência) utilizando as ferramentas da qualidade com o método DMAIC, possa apresentar uma referência a ser seguida.

REFERÊNCIAS

- [1] CABRAL, A. J. et al. Proposta de aplicação da metodologia DMAIC e pensamentos sistêmicos para melhoria contínua em uma empresa de envase de água mineral do interior de goiás: um estudo de caso. GETEC, Salvador, v.8, n. 21, p. 90-106, 2018.
- [2] CARPINETTI, L. C. R. Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas. 2^a Ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2012.
- [3] CARVALHO, M. M. et al. Gestão da Qualidade Teoria e Casos. Rio de Janeiro: Campus Elsevier: ABEPROM, 2012.
- [4] CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A.; DA SILVA, Roberto. Metodologia científica. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- [5] CIVARDI, L. T. Método de implementação do controle estatístico do processo (CEP): um estudo de

caso em uma indústria alimentícia do Vale do Taquari/RS sob a ótica da metodologia DMAIC. Lajeado, 142 p., 2017. Monografia - Universidade do Vale do Taquari.

[6] CONCEIÇÃO, A. R.; RODRIGUES, A. C. E. Análise e proposta para a solução da baixa produtividade na estufa do UNASP-EC: Estudo de caso e aplicação das metodologias MASP, PDCA e DMAIC. In: XXXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Santos. Anais... 2019.

[7] IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9042-pesquisa-industrial-anual.html?=&t=o-que-e>> Acesso em: 11 jan. 2021.

[8] JÚNIOR, E. R. C. et al. A importância da aplicação da ferramenta mapa de raciocínio em um projeto de Seis Sigma. In: XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Maceió. Anais... 2018.

[9] OTAVIANO, A. H. C. O. O uso da metodologia DMAIC para a implementação de conceitos de produção enxuta. São Carlos, 82 p., 2010. Monografia – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

[10] ROSÁRIO, K. P. et al., Aplicação do controle estatístico de processo no monitoramento do peso médio de polpas de frutas: Um estudo realizado em uma empresa de médio porte. In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Fortaleza. Anais... 2015.

[11] SERVIN, C. A. L. et al., Aplicação da metodologia DMAIC para a redução de perdas por paradas não programadas em uma indústria moageira de trigo. In: XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Bento Gonçalves. Anais... 2012.

[12] TOLEDO, J. C.; BORRÁS, M. A. A.; MERGULHÃO, R. C.; MENDES, G. H. S. Qualidade: gestão e métodos. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2013.

[13] VIEIRA, R. ABPO - Associação Brasileira do Papelão Ondulado. Disponível em: <<https://www.abpo.org.br/>> Acesso em: 11 jan. 2021

Capítulo 3

Proposta de melhoria no processo de fabricação do pão francês dentro do ambiente de um supermercado

Natalia Ferrari Marques Silva

Fabio Augusto Biliatto

Miguel Edgar Morales Udaeta

Resumo: O objetivo do trabalho é analisar o processo de panificação dentro de supermercados visando estabelecer melhoria no processo. Metodologicamente utilizam-se ferramentas de gestão e de qualidade, como: mapa de processo, fluxograma, 5W2H, matriz GUT, Cronoanalise e Gráfico de Pareto. O estudo de caso é um supermercado de médio porte, com sua venda média mensal de 3.730.000 kg. A análise trouxe a tona fatores de gargalos, como: falta de controle de insumos, falta de padronização do corte e modelagem, falta de uma receita única para o pão francês; se tornaram visíveis, permitindo a elaboração de ações corretivas para eles. Além das ações individuais, uma proposta de melhoria é apresentada a empresa, evidenciando soluções para os principais fatores de gargalos. Uma das soluções apresentadas é a aquisição de uma máquina Divisora e Modeladora, que agrupa qualidade e padrão na produção (gramatura e formato). Outro benefício da solução, é a abertura de oportunidade em redução de custo, diminuição da mão de obra, ou oportunidade em aumento de lucratividade, expansão do leque de produtos de venda ocasionada pela redução de 21% do tempo gasto na produção. Enfim com as melhorias aplicadas no processo, as atividades fantasma, por exemplo foram obliteradas.

Palavras-Chave: *Produção, pão francês, proposta de melhoria, engenharia de produção.*

1. INTRODUÇÃO

A Panificação está entre os seis maiores segmentos industriais do país e busca novos desafios e tecnologias que permitam sua afirmação definitiva como setor de relevância no cenário econômico. Pelo estudo realizado pela Associação Brasileira da Indústria da Panificação e Confeitaria (ABIP), anualmente, é possível constatar que a participação do setor na indústria de produtos alimentares é de 36,2% e na indústria de transformação, esse percentual é de 7%, isto no ano de 2018. Dentro desta abertura de oportunidade de melhoria e progresso na área de panificação, este estudo demonstra que a utilização de ferramentas de qualidades e gerenciamento de processos, dentro de um comércio supermercadista de médio porte, garante demonstrativos que possibilitam o *Just time* eficiente e eficaz, garantindo um melhor aproveitamento de mão-de-obra e insumos. Como objeto de estudo será utilizado a produção de pães de um Supermercado, situado em São Paulo, tendo o foco em demonstrar que a utilização das ferramentas de gerenciamento de processos, sendo: Mapa de processo, Fluxograma e ferramentas de qualidades, sendo: 5W2H, Matriz GUT, Cronoanálise e Gráfico de Pareto, possibilitando o apontamento de falhas e gargalos dentro do processo de fabricação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO: CARACTERIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS

2.1. GESTÃO DE PROCESSOS

Para Lopes *et al.* Bezerra (2008), a gestão por processos pode ser utilizada como base a melhoria contínua dos processos produtivos, ampliando os níveis de eficiência e reduzindo as perdas, consequentemente maximizando os lucros. Contudo para a gestão do processo, é necessário a realização do mapeamento de processo que, segundo Pavani *et al.* Scucuglia (2011), conecta a duas atividades: estudo do trabalho (processo de observação e levantamento de informações ligadas à cadeia de execução do trabalho realizado); e entendimento do trabalho. A partir das informações levantadas, busca-se compreender suas particularidades e entender sua existência, assim como também se identifica quais áreas ou funções participam do processo, agregando ou não valor (SCHWAAB *et al.* 2013).

2.2. FLUXOGRAMA VERTICAL

O fluxograma vertical, também conhecido como diagrama de processo (*flow process chart*), recebe esse nome pois organiza as atividades de maneira vertical, com as atividades sendo arranjadas de maneira vertical e sequencial. Para Cruz (2013) o fluxograma se tornou uma ferramenta capaz de analisar rotinas de maneira com que pessoas de diversos países com diversos idiomas consigam compreender, pois esta ferramenta utiliza símbolos que são padronizados pela ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) e conhecidos internacionalmente.

2.3. 5W2H

A denominação deve-se ao uso de sete palavras em inglês: *What* (O que, qual), *Where* (onde), *Who* (quem), *Why* (porque, para que), *When* (quando), *How* (como) e *How Much* (quanto, custo). De acordo com Franklin (2006), a ferramenta é entendida como um plano de ação, ou seja, resultado de um planejamento como forma de orientação de ações que deverão ser executadas e implementadas, sendo uma forma de acompanhamento do desenvolvimento do estabelecido na etapa de planejamento.

2.4. MATRIZ GUT

É uma ferramenta muito utilizada pelas empresas para priorizar os problemas que devem ser atacados pela gestão, bem como para analisar a prioridade que certas atividades devem ser realizadas e desenvolvidas (PERIARD, 2011). Sendo as siglas GUT, gravidade, urgencia e tendencia.

2.5. CRONOANÁLISE INDUSTRIAL

Segundo Fellipe (2012), a Cronoanálise é de grande importância para o setor produtivo na atualidade, pois é utilizada como ferramenta que, além de definir o tempo padrão, auxiliará na organização dos processos, sendo um instrumento que acompanha a evolução contínua das melhorias. O seu principal objetivo é

melhorar a execução de uma operação escolhendo-se os movimentos mais simples, mais rápidos, de menor fadiga e com maior valor de trabalho agregado.

2.6. DIAGRAMA DE PARETO

O diagrama estabelece que um problema possa ser atribuído a um pequeno número de causas, separando as perdas em duas categorias: as pouco vitais, as quais representam um pequeno número de problemas, mas que resultam em grandes perdas para a empresa, e as muitos triviais, representando uma grande lista de problemas que, no entanto, se traduzem em perdas pouco significativas. São exatamente os problemas poucos vitais que primeiro devem ser solucionados e que podem ser visualizados pelo Gráfico de Pareto (WERKEMA, 1995).

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO: VIABILIZAÇÃO DA MELHORIA DO PROCESSO.

Inicialmente, antes do estudo do objeto, para um melhor embasamento houve uma pesquisa bibliográficas de caracterização das ferramentas adotadas para o objeto de estudo, no qual esclarece sua objetividade e sua usabilidade. Após este aprofundamento teórico, inicia-se a pesquisa de campo através de visitas à empresa, e acompanhamento pelo sistema interno de segurança da empresa. Através de reuniões com a gerência e acompanhamento em tempo real da produção, houve extração de dados e fotos que reforçam o entendimento do processo, como exemplos: as proporções entre matérias-primas utilizadas, produção diária, produção por massa fabricada, números de colaboradores e seu custo; função dos colaboradores no processo, entre outros. A construção do Mapa de Processo, Figura 1, e o fluxograma vertical, Figura 4, são desenvolvidos com parâmetros nestes dados.

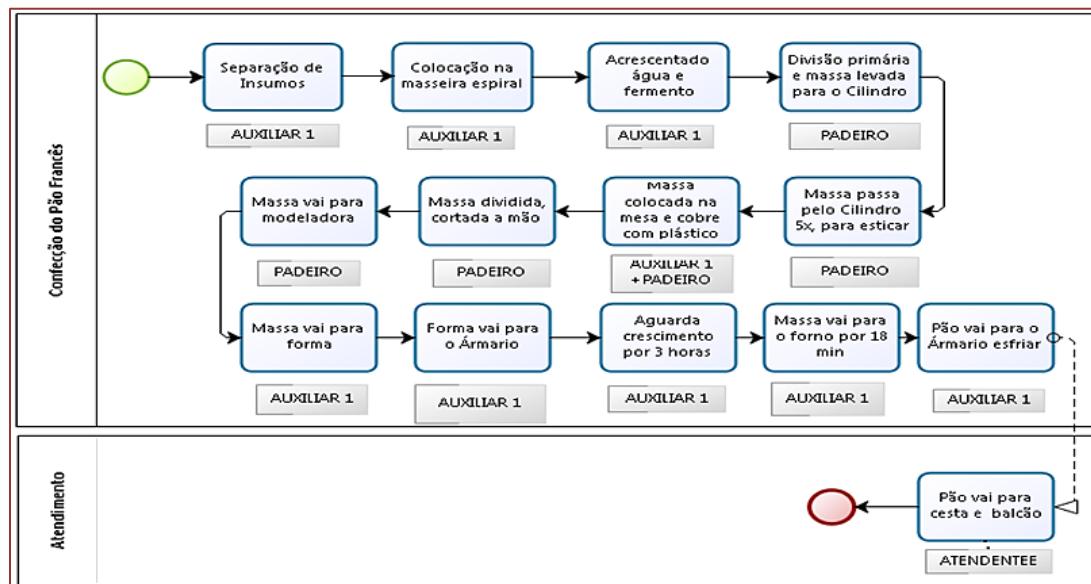
Após a conclusão do Fluxograma, dá-se início a aplicação das ferramentas de qualidade, sendo que ao final de cada; uma análise é subtraída que permite um direcionamento e auxílio para a ferramenta seguinte, realizando se um relatório de forma hierárquica. Por fim, através das análises individuais das ferramentas, uma proposta de melhoria é criada apontando os principais pontos de gargalos no processo, demonstrando ações corretivas e preventivas que minimizam ou extinguem os apontamentos.

4. ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO E ANÁLISE DAS FERRAMENTAS

4.1. MAPA DO PROCESSO

O processo de produção do Pão Francês estudado utiliza cinco insumos e ocorre em 14 etapas representada pela Figura 1.

Figura 10 - mapa de processo da produção.



Fonte: Autores (2019)

A primeira etapa ocorre com a separação dos insumos, sendo 25 Kg de farinha de trigo, 25 Kg de mistura pronta, Água e gelo, sem proporção exata (**Ponto de melhoria 1**) e 200 gramas de fermento. A etapa a seguir é acrescentado os insumos, com exceção do fermento, no misturador. O misturador fica 15 minutos em velocidade lenta e automaticamente muda para a velocidade rápida. Nesta segunda velocidade é acrescentado o fermento e outra porção de água (novamente sem litragem definida - **Ponto de melhoria 2**), que permanece por 10 minutos e desliga automaticamente. Da quarta a sexta etapa ocorre o esticamento no maquinário de cilindro, a operação é realizada por diversas vezes, visto que a massa é passada cinco vezes consecutivas na máquina. Após esticada é levada para a mesa e coberta por um plástico, isto ocorre para que não haja ressecamento durante o tempo de espera da modelagem. Nas etapas sétima a décima ocorre a divisão e modelagem, onde o padeiro corta uma tiras de massa e com a mão define a proporção e o tamanho que será o pão francês (**Ponto de melhoria 3**), passando assim cada porção na máquina modeladora, como demonstra a figura 2 (a).

Figura 11 - Processo de divisão do pão Frances (a)/ Massa Modelada (b).



Fonte: Autores (2019)

Simultaneamente o auxiliar pincela unta forma nas formas e coloca as porções já modeladas, figura 2 (b), nelas. Cada forma completa é colocada no armário para repouso. A etapa a seguir é o período de crescimento, 3 horas, figura 3 (a). Próximo ao fim desse período é realizado o corte de caracterização do pão francês, figura 3 (b).

Figura 12 - armário de crescimento (a)/ corte no pão francês antes da fornada(b).



Fonte: Autores (2019).

A décima segunda etapa é o forneamento dos pães. As etapas finais são de esfriamento e disponibilização para venda. O Processo tem duração média de 05:31:55 horas de acordo com as amostragens retiradas durante as visitas e no acompanhamento pelo sistema interno de segurança.

4.2. FLUXOGRAMA VERTICAL

O Fluxograma, permite um mapeamento dos pontos que ocorre uma “produção fantasma”, que se refere a ausência ou parada de operação de um colaborador envolvido no processo, como demonstra a Figura 4. Há ações fora do processo que não agregam valor na fabricação. Mas em contexto com a área produtiva agrega valor na produção de outro produto. Considerando esta informação nota-se que o maior tempo de produção através da realização de ação do colaborador é entre o passo 27 a 38, onde as paradas nesta etapa, não agregam valor em nenhuma produção. Ocasionalmente “produção fantasma”. Através desse dado, as ferramentas de qualidade aplicadas a seguir, corroboram com este diagnóstico apresentado e apontam possíveis ações corretivas para este fator de gargalo.

Figura 13 - Fluxograma do Processo Observado

PASSO	DISTÂNCIA (metros)	TEMPO(s)	OPERAÇÃO	TRANSPORTE	INSPEÇÃO	DEMORA/ESPERA	ESTOQUE	Descrição	Funcionário
1	2,3	300	●	➡		□	▽	Separação de Insumos	Aux 1
2	0,4	120	●	➡		□	▽	Coloca água e gelo na masseira	Aux 1
3	2	12	●	➡		□	▽	Acrescenta farinha	Aux 1
4	2	13	●	➡		□	▽	Acrescenta mistura pronta	Aux 1
5	0	900	●	➡		□	▽	Liga masseira em velocidade lenta	Aux 1
6	0	5	●	➡	■	□	▽	Verificar densidade da massa/ acrescentar água	Aux 1
7	0	600	●	➡		□	▽	Masseira entra no modo velocidade rápida	
8	6	6	●	➡		□	▽	Acrescenta fermento	Aux 1
9	0	0	●	➡	■	□	▽	Masseira desliga automaticamente	
10	2,5	7	●	➡		□	▽	Separa um pedaço de massa e leva para o cilindro	Padeiro
11	0	150	●	➡		□	▽	Passa a massa 5x no cilindro	Padeiro
12	0	15	●	➡	■	□	▽	Limpa a mesa, passa óleo	Aux 1
13	2	6	●	➡		□	▽	Massa é esticada na mesa	Padeiro
14	0	4	●	➡		□	▽	Massa é coberta por plástico	Aux 1
15	4,5	7	●	➡		□	▽	Separa um pedaço de massa e leva para o cilindro	Padeiro
16	0	150	●	➡		□	▽	Passa a massa 5x no cilindro	Padeiro
17	2	6	●	➡		□	▽	Massa é esticada na mesa	Padeiro
18	0	4	●	➡		□	▽	Massa é coberta por plástico	Aux 1
19	4,5	7	●	➡		□	▽	Separa um pedaço de massa e leva para o cilindro	Padeiro
20	0	150	●	➡		□	▽	Passa a massa 5x no cilindro	Padeiro
21	2	6	●	➡		□	▽	Massa é esticada na mesa	Padeiro
22	0	4	●	➡		□	▽	Massa é coberta por plástico	Aux 1
23	4,5	7	●	➡		□	▽	Separa um pedaço de massa e leva para o cilindro	Padeiro
24	0	150	●	➡		□	▽	Passa a massa 5x no cilindro	Padeiro
25	2	6	●	➡		□	▽	Massa é esticada na mesa	Padeiro
26	0	4	●	➡		□	▽	Massa é coberta por plástico	Aux 1
27	0,2	780	●	➡	■	□	▽	Corte 1 da massa e colocação na modeladora	Padeiro
28	5	180	●	➡	■	□	▽	Foi atender requisição do balcão	Aux 1
29	0,2	780	●	➡	■	□	▽	Corte 2 da massa e colocação na modeladora	Padeiro
30	0	5	●	➡		□	▽	Passa unta forma na tela	
31	0	20	●	➡		□	▽	Coloca massa na forma	Aux 1
32	0,2	780	●	➡	■	□	▽	Corte 3 da massa e colocação na modeladora	Padeiro
33	5	180	●	➡	■	□	▽	Parou para colocar mais pão no forno	Aux 1
34	1,5	6	●	➡	■	□	▽	Coloca forma no armário para massa descansar	Aux 1
35	5	7	●	➡		□	▽	Leva armário cheio para outro local	Aux 1
36	5	20	●	➡		□	▽	Volta a colocar massa na forma	Aux 1
37	0,2	780	●	➡		□	▽	Corte 4 da massa e colocação na modeladora	Padeiro
38	1,5	6	●	➡		□	▽	Volta a abastecer armário	Aux 1
39	0	10800	●	➡	■	□	▽	Massa fica em crescimento	
40	0	90	●	➡	■	□	▽	Realizado corte da massa	Padeiro
41	4	8	●	➡		□	▽	Massa vai para o forno	Aux 1
42	1	1440	●	➡	■	□	▽	Massa é assada no forno	Aux 1
43	1	600	●	➡	■	□	▽	Pão vai para o armário esfriar	Aux 1
44	2	15	●	➡	■	□	▽	Pão vai para cesta	Aux 1
45	68,5	19136	35	18	2	5	0		

4.3. 5W2H

Tabela 1 - aplicação da ferramenta 5w2h.

O que?	Definir uma receita padrão	Controlar os Insumos através de uma receita	Controlar a temperatura da massa durante o processo	Utilizar uma forma padrão para cortar a massa	Manutenção periódica nos maquinários
Por quê?	Para obter um padrão de qualidade, independente da mão de obra.	Para que não crie estoque negativos no sistema.	Para manter um controle de temperatura padrão para todas as massas produzidas.	Para eliminar inconsistência no peso do pão francês.	Para que não tenha imprevisto que pare a produção e acarrete queda de qualidade e lucratividade.
Onde?	Área de Produção	Área de TI	Área de Produção	Área de Produção	Área de Produção
Quem?	Coordenador de produção.	Analista do Sistema	Auxiliar/Padeiro	Padeiro	Terceirizada de manutenção.
Quando?	Até um mês após a apresentação do estudo.	Após a criação da receita padrão.	Até um mês após a apresentação do estudo.	A critério da empresa.	Conforme programação da terceirizada.
Como?	Através da própria receita utilizada, porém com escala padronizada.	Através da receita criada na produção.	Atraves de termômetro industrial.	Pelo aquisição de um maquinario de corte.	Atraves de empresas que realize serviços de reparo e manutenção dos maquinários.
Quanto?	Não irá gerar custos	Não irá gerar custos	R\$ 42,28	R\$25.000,00 (sugestão).	Cálculo de terceirizada.

A análise da ferramenta 5W2H identifica cinco fatores que necessitam ser corrigidos no processo de produção do Pão Francês, sendo três apontados no fluxograma e no mapa de processo, dois em reuniões com a gerência e com a equipe da produção.

4.4. MATRIZ GUT

Tabela 2 - aplicação da ferramenta matriz GUT

Problema	G	U	T	G*U*T	Classificação
	Gravidade	Urgência	Tendência		
Falta de uma receita padrão	5	5	4	100	1º
Falta de uma forma padrão para corte da massa	5	5	4	100	
Falta de controle de temperatura durante o processo	4	5	4	80	2º
Falta de controle dos Insumos no estoque	4	3	4	48	3º
Falta de manutenção periódica nos maquinários	4	3	3	36	4º

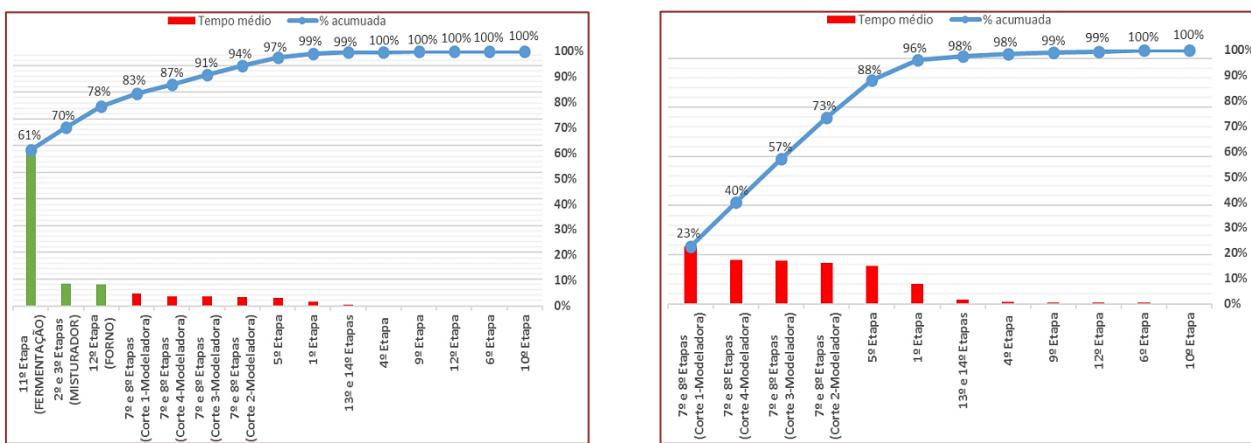
Fonte: Propria (2019).

A tabela GUT aponta que dois dos cinco fatores apresentam uma maior necessidade de melhoria, sendo ambos de Gravidade extremamente alta, tendo urgência em uma ação imediata e sua tendência em piorar com o tempo. Ambos os fatores geram a falta de padrão diária e consequentemente uma qualidade instável.

4.5. CRONOANÁLISE E DIAGRAMA DE PARETO

Através da extração dos dados em visita ao setor produtivo e pelas imagens do sistema interno de segurança do Supermercado, é iniciado a aplicação da Cronoanálise, tendo base em vinte amostras, sendo analisada 1 (uma) produção no dia. A ferramenta apresenta a média do tempo de cada etapa, sendo apontado crescentemente de acordo com maior utilização do tempo, onde através do Gráfico de Pareto, Figura 5, é possível visualizar tal relevância dentro do processo.

Figura 14 - Gráfico com todas as atividades(a)/Gráfico das atividades mutáveis(b).



Fonte: Autores (2019).

Identifica-se que as etapas que demandam maior tempo no processo de produção do Pão Francês são imutáveis, sendo elas: Tempo de Fermentação, Tempo do Misturador e Tempo de Forno; todas necessárias em seu próprio tempo para a realização eficaz do processo. Deixando assim as ações corretivas para as demais etapas, Figura 06 (b). A ferramenta reforça o diagnóstico das anteriores, apontando a 7º e 8º etapa, (tempo gasto com o corte e a modelagem) como etapas passivas de ações corretivas. A Cronoanálise aponta também a 5º e a 1º etapa com grau de relevância para passividade de ações corretivas, sendo a 1º etapa já diagnóstica nas ferramentas anteriores (separação de insumos/receita padrão).

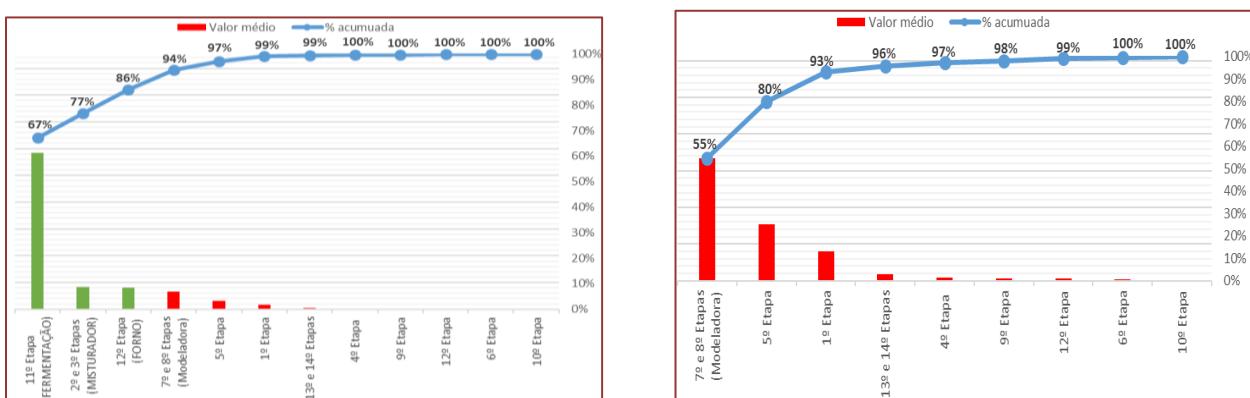
5. PROPOSTA DE MELHORIA: APRESENTAÇÃO DO DIAGNÓSTICO DAS FERRAMENTAS

Com os relatórios de análises individuais das ferramentas, uma proposta de melhoria no processo de fabricação do pão francês é apresentada a empresa, com o intuído de corrigir dois principais gargalos identificados nas ferramentas, sendo as demais já apresentado as ações de melhoria dentro da aplicação delas. Para o problema identificado como a "falta de uma receita padrão", onde aponta que a inexistência desta receita gera uma queda na qualidade, visto que cada colaborador que executa a produção tem sua experiência profissional e um modo de preparar. É apresentado como sugestão: a criação de uma receita única para o pão francês, detalhada em quantidades e proporção dos insumos, sequência de utilização. A receita deve ser documentada e exposta no ambiente produtivo, para qualquer colaborador que execute a produção do pão francês tenha fácil acessibilidade e conhecimento. Esta sugestão além de obliterar o problema na qual se destina, também corrobora para a inicialização da ação corretiva de outro problema apontado, "falta de controle de insumos no estoque", sendo que implementada a receita no sistema interno da empresa, a mensuração dos insumos, dos custo e das quantidade são gerados automaticamente (rateio).

A segunda sugestão é para o problema apontado como "falta de utilização de uma forma padrão para a

divisão da massa", onde a qualidade do pão francês fica designada especificamente com o profissional que exerce esta função no processo (no momento da divisão), sendo ele o responsável pela gramatura e tamanho do pão durante a produção. Resultando, em cada pão produzido, com sua qualidade e característica individual, impossibilitando o processo ter um padrão de comparabilidade e uma especificação aceitável de produção e qualidade. Com esta relevância de instabilidade de qualidade a sugestão apresentada é a aquisição de uma máquina DIVISORA e MODELADORA, onde a 7^º e 8^º etapa passaria a ser realizada pela máquina, criando um padrão de: tamanho, formato e peso independentemente do executor da ação. Como um outro benefício, em alguns equipamentos desta categoria, um poder de controle de dimensões que permite a possibilidade de personalização, em escala padronizada, para o nicho de público alvo. Mais um fator qualificativo, que gera melhoria no processo, é a possibilidade de utilizar apenas um colaborador para operar o maquinário durante estas etapas (apontamento de característica específica da máquina divisora modeladora FC da empresa eco, modelo DMFC-10/250, estudada para o layout do objeto de estudo), abrindo uma oportunidade de redução de custo, diminuindo o quadro de mão de obra, visto que manualmente se utiliza dois colaboradores e com o maquinário somente um colaborador, ou a oportunidade que aumento de lucratividade, com a ampliação do leque de venda de produtos utilizando-se redução de tempo da mão de obra no processo, assim como o tempo total consumido. Para qualidade representativa das melhorias mencionadas, é redesenhado o fluxograma do processo com as implementações sugeridas, assim como é desenvolvido uma nova Cronoanálise do processo, utilizando-se das informações de amostragens anteriores e o tempo médio descrito pelo fabricante da máquina proposta, Figura 6.

Figura 15 - Gráfico com todas as atividades após a inclusão do maquinário(a)/Gráfico das atividades mutáveis após a inclusão do maquinário(b)



Fonte: Autores (2019).

Após a aplicação das ações corretivas, a porcentagem dos fatores impactantes tem uma queda de 50%, isto é no gráfico anterior a 7^º e 8^º etapa utilizavam 16% do tempo, com a aquisição do maquinário, utiliza-se somente 8% do tempo, tendo no processo todo uma redução de tempo significativa, de anteriormente 05:31:00 horas para 04:46:00 horas, ambos realizando todas as quatorze etapas de fabricação. O ganho de tempo é de 00:45:00 minutos, 21%, para cada massa de pão francês produzida no dia, esta redução de tempo é evidenciada na etapa de modelagem, onde a qualificação do tempo-máquina é superior ao tempo-homem em eficiência e eficácia.

6. CONCLUSÃO

Este estudo demonstra que a metodologia realizada através: da coleta de dados com a equipe de produção e acompanhamento do processo, possibilitou a aplicação das ferramentas gerenciais, que obtiveram como resultado o desenho do mapa de processo, base fundamental para as demais ferramentas aplicadas, assim como o desenvolvimento do fluxograma vertical, permitindo apontamentos de rastreio dos gargalos. As ferramentas de qualidades, também se fizeram necessária do conhecimento dos envolvidos no processo e da gerência a qual destinada cada aspecto, tendo cada qual uma análise sequencial que permitia a sua sucessora melhor esclarecimento sobre o gargalo apresentado. Com a identificação dos gargalos e dos

fatores que consomem demasiadamente o tempo, e causam queda de qualidade e padrão, ações corretivas e preventivas são apontadas, sendo ações externas ou internas. A proposta de melhoria, é abordada e apresentada ao objeto de estudo por um comparativo do processo, com destaque nos fatores de gargalo que obtém maior impactalidade, reaplicando a ferramenta gerencial; Fluxograma Vertical, e as ferramentas de qualidades; Cronoanálise e Gráfico de Pareto. Evidenciando a viabilidade da sugestão com um retorno estatístico comprobatório, em relação de tempo gasto no processo, como de mão de obra utilizada. Entretanto, estes resultados são aplicáveis em essência, a empresa objeto de estudo, visto que fatores como layout, qualidade profissional, insumos utilizados, modelos de maquinários são um fator relevantes para a contextualização do estudo, porém não se descaracteriza a utilização do estudo e das ferramentas apresentadas para as demais empresas de médio porte, que tenham o processo de fabricação de pão francês similar.

REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDUSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA – ABIP. *Balanços e Tendências: do Mercado de Panificação e Confeitaria*. Disponível: <http://www.abip.org.br/site/tendencias-de-mercado-e-indicadores-2018/>, 2018.
- [2] CRUZ, T. *Sistemas, organização e métodos. Estudo integrado orientado a processos de negócios sobre organizações e tecnologias da informação*. São Paulo: Atlas, 2013.
- [3] FELLIPE, A. D. *Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil*. IX SEGeT: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Resende, 2012.
- [4] FRANKLIN, YURI; NUSS, LUIZ FERNANDO. *Ferramenta de Gerenciamento*. 10f. Faculdade de Engenharia de Resende, Associação Educacional Dom Bosco – AEDB, Resende, 2006.
- [5] LOPES, M. A. B. ET BEZERRA, M. J.S. "Gestão de processos: fatores que influenciam o sucesso na sua implantação". XXVIII ENEGEP: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2008.
- [6] PAVANI, J. O ET SCUCUGLIA, R. *Mapeamento e Gestão por Processos – BPM*. 5^a ed., M. Books, São Paulo, SP, 2011.
- [7] PERIARD, GUSTAVO. *Matriz Gut - Guia Completo*. Disponível: <http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>, 2011.
- [8] SCHWAAB, B.G, WEBER, F. Z, BALSAN, L. A. G, MOURA, G. L. "Mudanças a partir do mapeamento e gestão por processos". Revista UNIABEU Belford Roxo, Vol.6, No. 1, 2013
- [9] SEBRAE, SENAI. "Projeto de Fortalecimento e Oportunidades para Micro e Pequenas Empresas do Setor de Panificação, Biscoitos e Confeitaria". Disponível: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/bis/um-estudo-sobre-panificacao-biscoitos-e-confeitaria,7084ee1e19042510VgnVCM1000004c00210aRCRD,2018>.
- [10] WERKEMA, M.C.C. *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos*. Fundação Christiano Ottoni, Belo Horizonte, 1995.

Capítulo 4

Pesquisa operacional para a tomada de decisões em uma microempresa de serviços de beleza

Marina Fonseca Martins de Melo

Pamela Adelino Ramos

Helen Silva Gonçalves

Resumo: O presente trabalho utilizou a pesquisa operacional para montar uma formulação matemática que possibilitasse a maximização de lucros e melhoria da tomada de decisão em uma microempresa de serviços de beleza através da aplicação de programação linear. Esta pesquisa classifica-se como aplicada, exploratória e quantitativa, e consiste em um estudo de caso. A coleta dos dados foi realizada através de entrevista. Para a formulação do problema e modelagem, foram identificadas as variáveis de decisão, a função objetivo e as restrições do sistema. O modelo foi inserido em planilha *microsoft excel* com resolução através do *solver*. Foi apresentada a situação atual da empresa incluindo informações sobre horário de funcionamento, preços promocionais, clientela fiel, demandas máximas, ociosidade, mão de obra e finanças. Recomenda-se que o salão deve tentar manter ou aumentar as demandas máximas dos serviços cujas restrições não têm folga. A modelagem e resolução do problema permitiu estimar as expectativas de lucro e os impactos de diferentes decisões. A pesquisa buscou também mostrar a relevância da aplicação da pesquisa operacional em micro e pequenas empresas, demonstrando o impacto financeiro que podem produzir.

Palavras-Chave: Pesquisa operacional; programação linear; solver; tomada de decisão; microempresa.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Silva *et al.* (2017) a Pesquisa Operacional (PO) é um método científico de tomada de decisões que consiste na descrição de um sistema organizado com o auxílio de um modelo, que quando experimentado permite a descoberta da melhor maneira de operar o sistema. A Programação Linear (PL) é parte da pesquisa operacional e, de acordo com Silva *et al.* (2017), tem como mérito envolver conhecimentos matemáticos relativamente simples, e ser de larga aplicação no campo da administração. Isso pode ser corroborado por Hillier e Lieberman (2013, p. 2), para quem a “PO tem sido amplamente aplicada em áreas tão distintas como manufatura, transportes, construção, telecomunicações, planejamento financeiro, assistência médica, militar e serviços públicos, [...] a gama de aplicações é excepcionalmente grande”. Conforme Scarpati *et al.* (2020), a plurivaléncia e adaptabilidade a diferentes contextos e cenários, faz que a PL venha sendo selecionada como diretriz à resolução de problemas cotidianos em MPEs.

Partindo dessas possibilidades, este estudo ocorreu em um salão de beleza administrado por uma microempreendedora individual (MEI). O MEI possui um faturamento limitado a R\$ 81.000,00 por ano; não participa como sócio, administrador ou titular de outra empresa; contrata no máximo um empregado; além de exercer uma das atividades econômicas previstas no Anexo XI, da Resolução CGSN nº 140, de 2018 (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2018). A empresa está localizada na cidade de João Pessoa, Paraíba, e atua atendendo clientes que procuram serviços como corte e tintura de cabelo, manicure, pedicure, barbearia, entre outros.

Os gestores necessitam embasar suas decisões em dados e informações confiáveis. Além disso, precisam tratar e analisar os dados de forma eficiente, para que a realidade de suas empresas seja devidamente representada e alcancem os objetivos almejados. A pesquisa operacional então permite analisar situações da realidade, identificando quais são as variáveis de decisão e restrições do sistema e, ainda, quais os objetivos que se deseja alcançar. Pode contribuir muito para a tomada de decisão dentro das organizações, uma vez que fornece informações importantes, baseadas em dados obtidos da realidade, que puderam passar por diversos tipos de testes e análises.

Embora a utilização de PO seja bastante difundida em organizações de grande porte, para microempreendedores individuais, pequenas e médias empresas ela é pouco empregada ou desconhecida. Neste trabalho foi proposto então a construção de um modelo do sistema de serviços da organização, que pudesse ser submetido à testagem utilizando técnicas e ferramentas de PO para que a gestora pudesse tomar decisões que favoreçam a maximização dos lucros e beneficie seu negócio.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. PESQUISA OPERACIONAL E TOMADA DE DECISÃO

Em relação à diferença entre problemas e oportunidades, Lachtermacher (2018, p. 3) afirma: “um problema ocorre quando o estado atual de uma situação é diferente do desejado. Já uma oportunidade ocorre quando as circunstâncias oferecem a chance de um indivíduo ou de uma organização ultrapassar ou alterar seus objetivos ou metas”. Nessas situações, cabe ressaltar que a intuição do gestor não deve ser desconsiderada durante o processo decisório, mas complementada por um suporte de base de dados e ferramentas computacionais que auxiliem em tomadas de decisão mais assertivas e com maior profundidade de análise. O mesmo autor afirma ainda que “a intuição do tomador de decisão deve ajudá-lo na seleção das informações relevantes, nos possíveis cenários a serem estudados, na validação do modelo e na análise de seus resultados” (LACHTERMACHER, 2018, p. 3).

Sendo assim, a PL apresenta-se como uma ferramenta útil no processo decisório de organizações. Rodrigues *et al.* (2014) afirmam que “A Programação Linear é considerada uma eficiente ferramenta de apoio à tomada de decisão, pois é utilizada para otimizar, maximizando ou minimizando, o resultado geral de uma empresa”. A modelagem de problemas no processo decisório acarreta muitas vantagens para a organização, Lachtermacher (2018) elenca as seguintes: Os modelos forçam os decisores a tornarem explícitos seus objetivos; a identificar e armazenar as diferentes decisões que influenciam os objetivos, bem como, os relacionamentos entre as decisões; a identificação também das variáveis a serem incluídas e em que termos elas serão quantificáveis; forçam o reconhecimento de limitações e permitem a comunicação de suas ideias e seu entendimento para facilitar o trabalho de grupo.

2.2 FASES DO ESTUDO DA PESQUISA OPERACIONAL

- Hillier e Lieberman (2013) apresentam as principais fases de um típico estudo em PO: definir o problema de interesse e coletar dados;
- formular um modelo matemático para representar o problema;
- desenvolver um procedimento computacional a fim de derivar soluções para o problema com base no modelo;
- testar o modelo e aprimorá-lo conforme necessário;
- preparar-se para a aplicação contínua do modelo conforme prescrito pela gerência;
- implementá-lo.

Em relação à formulação do problema, faz-se necessário proceder conforme Silva *et al.* (2017, p. 1), em que “o administrador do sistema e o responsável pelo estudo em PO deverão discutir, no sentido de colocar o problema de maneira clara e coerente, definindo os objetivos a alcançar e quais os possíveis caminhos alternativos para que isso ocorra”.

Nesta fase, Silva *et al.* (2017, p. 1) afirmam que “serão levantadas as limitações técnicas do sistema e as relações desse sistema com outros da empresa ou do ambiente externo, com a finalidade de criticar a validade de possíveis soluções em face destes obstáculos”. Hillier e Lieberman (2013, p. 7) por sua vez expõem que “esse processo de definição de problema é crucial, pois afeta muito a relevância das conclusões do estudo. É difícil obter uma resposta ‘correta’ para um problema ‘incorrecto’!”.

Após a descrição do problema, é construído um modelo que represente o sistema estudado através de equações matemáticas. Um modelo matemático funciona como um meio para o uso de técnicas matemáticas e computadores potentes para analisar o problema (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Silva *et al.* (2017) ainda colocam que um bom modelo tem desempenho suficientemente próximo do desempenho da realidade, sendo de fácil experimentação. De acordo com Colin (2019, p. 6), “a experiência indica que um modelo simples (mais facilmente implementável) com 95% de precisão é preferível a outro mais sofisticado com precisão maior. Em geral essa ‘precisão’ está associada ao nível de tomada de decisões ao qual o modelo está associado”.

2.3. APLICAÇÃO DO SOLVER

Segundo Colin (2019), a programação linear trata do problema de alocação ótima de recursos escassos, importantes para a realização de atividades. Por ótimo é possível entender que não haja outra solução melhor do que a oferecida, podendo, contudo, haver outras tão boas quanto. O autor complementa que “uma solução ótima é aquela que além de ser viável, gera um valor de função-objetivo extremo: maior valor dentre todos os existentes no caso da maximização, e menor valor na minimização” (COLIN, 2019, p. 7).

Lachtermacher (2018) apresenta o impacto da tecnologia em estudos de PO e o papel delas no processo decisório das empresas. De acordo com ele, devido às facilidades dos microcomputadores cada vez mais rápidos, muitos sistemas de apoio à decisão têm sido implementados pelos próprios tomadores de decisão, sem o auxílio de nenhum especialista da área de informática, em planilhas eletrônicas. Nas últimas décadas, tudo isso “têm constituído um importante fator na melhoria do processo de tomada de decisão por meio de recursos crescentes para a implementação de modelos computacionais efetivos e por sua facilidade de utilização” (LACHTERMACHER, 2018, p. 2).

Hillier e Lieberman (2013) por sua vez, ao tratarem sobre solução de modelos de programação linear utilizando planilhas eletrônicas, afirmam que “as principais características desse modelo, incluindo todos os seus parâmetros, podem facilmente ser incluídos em uma planilha. [...] “Se incluirmos algumas informações adicionais, a planilha pode ser usada para analisar rapidamente soluções em potencial” (HILLIER; LIEBERMAN, 2013, p. 55).

As informações para análise pós-optimalidade podem ser encontradas nos relatórios gerados pela ferramenta Solver que integra as planilhas de Excel. O Solver produz até três tipos de relatório diferentes:

relatório de respostas, relatório de limites e relatório de sensibilidade.

3. METODOLOGIA

Para Marconi e Lakatos (2019, p. 169), a pesquisa é “um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais”.

Quanto a sua natureza, o presente estudo é considerado como pesquisa aplicada, pois busca oferecer soluções práticas para uma situação real. Ao tratar sobre a origem de sistemas que classificam as pesquisas segundo a natureza dos dados, ou seja, se a pesquisa é quantitativa ou qualitativa, Gil (2018, p. 27) diz o seguinte: “para que se possa avaliar a qualidade dos resultados de uma pesquisa, é necessário saber como os dados foram obtidos, bem como os procedimentos adotados em sua análise e interpretação”. A abordagem da pesquisa é considerada quantitativa, pois os dados necessários ao desenvolvimento do estudo são de natureza quantitativa, bem como o tratamento aplicado. Em relação aos objetivos, essa pesquisa é classificada como exploratória.

O procedimento caracteriza-se como um estudo de caso. Segundo Gil (2018, p. 33), “o estudo de caso é uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências sociais. Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos casos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”.

O universo deste estudo é constituído por todas as micro e pequenas empresas (MPEs) nas quais seja possível a aplicação de pesquisa operacional. A Lei Complementar nº 123/2006 utiliza como critério para definição das MPEs a receita bruta. No Art. 18-A, a referida lei utiliza o mesmo critério para definir a figura do microempreendedor individual, conforme citado em seção anterior (BRASIL, 2006). Como este estudo trata-se de um estudo de caso, a amostra limita-se a uma única unidade de estudo, escolhida devido à facilidade de acesso às informações que seriam necessárias para o desenvolvimento da pesquisa.

A unidade pesquisa foi o La Curitibana Salão e Barbearia, que segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), enquadra-se na categoria de atividades de serviços pessoais, compreendida na subclasse CNAE 9602-5/01, que diz respeito a serviços de cabeleireiro, manicure e pedicure (IBGE, 2014).

Quanto a técnica e instrumento de pesquisa utilizados, foram entrevistas semiestruturadas, que combinam perguntas abertas e fechadas, havendo a possibilidade de discorrer sobre o tema pesquisado. Marconi e Lakatos (2019, p. 213) afirmam que “a entrevista é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas, mediante conversação, obtenha informações a respeito de determinado assunto”. A entrevista foi realizada com a gestora da organização, buscando informações a respeito dos serviços prestados pela empresa, o valor de cada um desses serviços, os custos associados, o tempo de execução dos serviços, as limitações em relação à disponibilidade de matéria-prima e recursos financeiros, a capacidade produtiva, informações sobre a demanda etc. Devido a pandemia do Corona vírus, a entrevista foi realizada de forma remota durante 2 horas.

O modelo de Programação Linear é construído com variáveis (variáveis de decisão e do objetivo) e constantes, com as quais são montadas as restrições e a equação do objetivo. Essas variáveis e constantes, além das equações correspondentes, devem estar disponíveis em células da Planilha visando a transferência para a caixa do *Solver* (SILVA et al., 2017, p. 155).

Após a coleta de dados, as informações foram organizadas para a formulação do problema e modelagem. Neste momento as variáveis de decisão foram identificadas, e formuladas a equação da função objetivo e as inequações referentes às restrições encontradas no sistema. Tudo isso para construir um modelo na forma padrão de um problema de programação linear que representasse de maneira eficaz a realidade da empresa.

O modelo construído, foi inserido em planilha do programa Microsoft Excel e a resolução das simulações foi realizada por meio da ferramenta Solver. A partir das soluções ótimas encontradas nas simulações realizadas e das informações disponíveis nos relatórios gerados pelo Solver, foi possível realizar uma análise dos resultados, incluindo as recomendações para a organização.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISE DESCRIPTIVA

A microempresa de serviços pessoais foi inaugurada em 08 de dezembro de 2019. A gestora iniciou o empreendimento após 16 anos de experiência de atuação no ramo, tornando-se uma microempreendedora individual. O salão funciona cinco dias na semana, das 14h00 às 19h00. Os serviços ofertados e demais informações encontram-se listados na Tabela 1.

Os serviços mais procurados são os cortes masculinos e os serviços de manicure e pedicure, existindo também uma clientela fidelizada. Esses clientes fiéis demandam mensalmente 55 cortes masculinos e 15 manutenções de sobrancelhas. Na Tabela 1 também é possível visualizar a procura diária máxima de cada um dos serviços oferecidos pela empresa. Esses números se referem à observação e experiência da empresária no dia a dia do salão desde sua inauguração.

Tabela 1 – Serviços do Salão

	Serviço	Preço	Lucro	Tempo médio	Demanda máxima
01	Corte masculino com máquina	R\$ 12,00	R\$ 10,31	15 min	7
02	Corte masculino com máquina e tesoura	R\$ 15,00	R\$ 13,31	25 min	5
03	Corte masculino com tesoura	R\$ 20,00	R\$ 18,32	35 min	2
04	Corte feminino com lavagem	R\$ 25,00	R\$ 21,16	45 min	3
05	Manutenção de sobrancelhas	R\$ 10,00	R\$ 9,74	12 min	4
06	Design de sobrancelhas	R\$ 13,00	R\$ 12,74	20 min	3
07	Barba	R\$ 15,00	R\$ 10,90	30 min	3
08	Aplicação de coloração	R\$ 20,00	R\$ 17,69	30 min	3
09	Manicure masculina	R\$ 10,00	R\$ 9,39	30 min	3
10	Pedicure masculina	R\$ 15,00	R\$ 14,39	40 min	2
11	Podologia	R\$ 25,00	R\$ 22,52	70 min	7

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Diariamente a procura por serviços é menor entre as 14h00 até as 15h30, aumentando o movimento a partir das 16h00. Em razão disso, os serviços de manicure, pedicure e podologia são, preferencialmente, realizados no horário inicial, pois esses serviços demoram e, caso fossem executados após as 16h00 não seria possível atender a outra demanda de serviços que chegam a partir deste horário. Frequentemente, é necessário estender o horário de trabalho para conseguir atender todos os clientes que chegam no salão. Apenas a gestora realiza os serviços no salão, gerando também uma limitação de trabalho referente aos serviços de corte, sendo possível somente a realização de até 17 cortes por dia (devido exaustão profissional).

A receita média mensal da empresa é de R\$1.400,00. As despesas fixas do negócio são em torno de R\$ 370,00 por mês. A proprietária disse que gostaria de receber um pró-labore mensal de R\$3.000,00.

4.2 – ANÁLISE EXPLORATÓRIA

4.2.1. MODELAGEM

O primeiro passo consiste em determinar a função objetivo conforme a quantidade de serviços da Tabela 1, que representa o somatório dos produtos das variáveis de decisão (x_i) pelos respectivos lucros (l_i) de cada serviço. Da mesma forma, foram identificadas 15 (quinze) restrições, conforme Tabela 2 a seguir.

As restrições de demanda máxima estabelecem que a quantidade de vezes que determinado serviço é realizado deve ser menor ou igual a sua demanda máxima Di. A demanda máxima diária por serviços de sobrancelha foi observada independente de ser design ou manutenção, sendo a soma dos dois.

Tabela 2 – Função Objetivo e Restrições do problema

Descrição	Funções
Função Objetivo	$\text{Max } L = \sum_{i=1}^{11} x_i l_i$
R1 (horário de funcionamento)	$R1: \sum_{i=1}^{11} x_i t_i \leq T$
R2 (Horário Inicial - para os serviços de manicure, pedicure e podologia)	$R2: x_9 t_9 + x_{10} t_{10} + x_{11} t_{11} \leq HI$
R3 (cortes masculinos fidelizados - Ccm)	$R3: x_1 + x_2 + x_3 \geq C_{cm}$
R4 (manutenção de sobrancelha fidelizada - Cms)	$R4: x_5 \geq C_{ms}$
R5 (Limite de Cortes)	$R5: x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq LC$
R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14 e R15 estão relacionadas às demandas máximas diárias identificadas pela proprietária do salão.	$R6: x_1 \leq D_1$ $R7: x_2 \leq D_2$ $R8: x_3 \leq D_3$ $R9: x_4 \leq D_4$ $R10: x_5 + x_6 \leq D_{5e6}$ $R11: x_7 \leq D_7$ $R12: x_8 \leq D_8$ $R13: x_9 \leq D_9$ $R14: x_{10} \leq D_{10}$ $R15: x_{11} \leq D_{11}$

Fonte: Dados da Pesquisa (2020).

Uma vez definidos os dados, o modelo foi inserido em planilha de Excel, objetivando a maximização do lucro diário. Para o cálculo foi considerado um mês com 20 dias úteis, dessa forma, foram realizadas as devidas conversões: 55 e 15 clientes por mês é igual a 2,75 e 0,75 clientes por dia, respectivamente. As horas foram convertidas para minutos: 5h = 300min e 2h = 120min.

Dessa forma, o modelo foi resolvido pelo suplemento Solver, sendo acrescentada uma nova restrição no Solver, determinando que os valores das variáveis devem ser números inteiros. Caso fossem realizados, em um dia de trabalho, 7 cortes masculinos com máquina, 2 cortes masculinos com máquina e tesoura, 4 manutenções de sobrancelha e 3 aplicações de coloração, o lucro diário obtido seria de R\$190,82, que multiplicado por 20 dias de trabalho, resultaria em um lucro mensal de R\$3.816,40.

4.2.2 - ANÁLISES

O Solver, além de apresentar a solução ótima do modelo, fornece informações adicionais importantes para a realização da análise de sensibilidade. Na simulação com a restrição de variáveis com valores inteiros, foi possível gerar o Relatório de Respostas com informações sobre as restrições e sobre as variáveis.

As restrições R6, R10 e R12 não têm folga, sendo os recursos escassos. Todas referem-se à demanda máxima de um determinado serviço. Portanto, a solução ótima está considerando atender toda a procura diária por serviços de corte masculino com máquina; manutenção e design de sobrancelhas; e aplicação de coloração.

Quando não há folga, o aumento ou diminuição de uma unidade do recurso representa uma alteração no valor do objetivo. Essa alteração é constante quando as variáveis podem assumir valores contínuos e é chamada de preço sombra. Quando as variáveis são inteiras essa alteração não é constante, não havendo preço sombra. No entanto, permanece a regra de que o aumento de recursos escassos, em certa medida, levará ao acréscimo de valor no resultado do objetivo, e a diminuição provocará uma redução no resultado.

É possível obter a variação do objetivo alterando o valor do parâmetro no modelo e processando-o no Solver novamente. Dessa forma, foram realizadas mais simulações, sempre acrescentando ou diminuindo a demanda de uma única restrição em uma unidade, para medir a variação do lucro. Assim, na restrição R6, se a demanda por cortes masculinos com máquina aumenta de 7 para 8 em um dia, o lucro será de R\$192,83, ou seja, um aumento de R\$2,01. Porém, se a demanda diminui para 6, o lucro diário será reduzido em R\$0,29.

A restrição R1 (horário de funcionamento) no Relatório de Respostas há uma sobra de 7 minutos porque ao forçar que as variáveis fossem inteiras, a soma dos tempos individuais de todos os serviços da solução ótima foi de 293 minutos e essa folga de 7 minutos não é suficiente para a realização de qualquer dos serviços. No entanto, na prática, este continua sendo um recurso escasso pois essa restrição limita diretamente a quantidade de serviços que podem ser realizados em um dia.

Todas as demais restrições apresentaram folga, sendo os seus recursos, portanto, não escassos.

Considerando a solução ótima obtida, multiplicando o valor de cada variável básica pelo preço do serviço e somando os resultados, tem-se que a receita mensal passaria a ser de R\$4.280,00. Uma diferença de R\$2.880,00, que representaria um aumento de aproximadamente 206%. Essa diferença é bastante significativa, sobretudo considerando as dificuldades e limitações de crescimento enfrentadas pelas microempresas.

4.2.3. RECOMENDAÇÕES

Uma vez que, o lucro mensal obtido na solução ótima foi de R\$3.816,40 e as despesas fixas são de aproximadamente R\$370,00 por mês, restam R\$3.446,40, valor suficiente para que a empresária ganhe o pró-labore desejado e ainda com sobra, que pode ser utilizada para reinvestir na empresa. É aconselhável que a empresa busque aproximar ao máximo o trabalho executado no salão da solução ótima obtida através do modelo, a fim de obter o melhor resultado possível para o negócio.

O salão deve tentar manter ou aumentar as demandas máximas dos serviços cujas restrições não têm folga. Caso decida realizar alguma ação de marketing, por exemplo, deve priorizar atrair clientes para estes serviços. Garantir essas demandas é certamente a ação mais efetiva para que a empresa tenha seu lucro maximizado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou utilizar conhecimentos e ferramentas de pesquisa operacional, criando uma formulação matemática e aplicando programação linear, a fim de possibilitar a maximização dos lucros de uma empresa de serviços de beleza e orientar na melhoria da tomada de decisão.

É sempre importante que o administrador de uma organização conheça e considere a demanda pelos bens e serviços que oferecem, a fim de acertar no planejamento do negócio, evitar prejuízos e garantir que os clientes que procuram pelos seus produtos sejam satisfeitos.

Neste estudo, caso a empresária se programasse para prestar determinado serviço que lhe proporciona maior lucro e, no entanto, não houvesse demanda suficiente, a sua receita ficaria prejudicada. Sendo assim, faz-se necessário considerar os limites da demanda e trabalhar com a realidade atual da organização.

Enquanto houver ociosidade durante o horário de funcionamento e, sempre que, as demandas máximas dos serviços de corte masculino com máquina, manutenção de sobrancelha e aplicação de coloração não forem atingidas, o resultado do lucro permanecerá distante do que foi estimado pelo modelo.

Verificou-se que a possibilidade de ampliar os lucros da empresa é bastante considerável. Comparando a receita atual da empresa com a receita proveniente da solução ótima do modelo, há uma diferença significativa.

REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte; altera dispositivos das Leis no 8.212 e 8.213, ambas de 24 de julho de 1991, da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 10 de maio de 1943, da Lei no 10.189, de 14 de fevereiro de 2001, da Lei Complementar no 63, de 11 de janeiro de 1990; e revoga as Leis no 9.317, de 5 de dezembro de 1996, e 9.841, de 5 de outubro de 1999. Brasília, DF: Presidência da República, 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp123.htm/. Acesso em: 19 abr. 2020.
- [2] COLIN, Emerson C. Pesquisa Operacional: 170 Aplicações em Estratégia, Finanças, Logística, Produção, Marketing e Vendas, 2. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- [3] GIL, Antônio C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- [4] HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. Introdução à Pesquisa Operacional. 9. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2013.
- [5] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Classificação nacional de atividades econômicas (CNAE 9602-5/01): 2014. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <https://cnae.ibge.gov.br/en/?view=subclasse&subclasse=9602501>. Acesso em: 19 de abril de 2021.
- [6] LACHTERMACHER, G. Pesquisa Operacional na tomada de decisões. 5.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.
- [7] MARCONI, Marina A.; LAKATOS, Eva M. Fundamentos de Metodologia Científica. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- [8] MINISTÉRIO DA FAZENDA. Comitê Gestor do Simples Nacional. Resolução nº 140, de 22 de maio de 2018. Dispõe sobre o Regime Especial Unificado de Arrecadação de Tributos e Contribuições devidos pelas Microempresas e Empresas de Pequeno Porte (Simples Nacional). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 99, p. 20, 24 mai. 2018. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-140-de-22-de-maio-de-2018-15742358>. Acesso em: 19 abr. 2020.
- [9] RODRIGUES, Vívian Magalhães *et al.* Programação Linear Aplicada a uma Microempresa de Comunicação Visual. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 11., 2014, Resende. Anais eletrônicos [...]. Resende: Associação Educacional Dom Bosco, 2014. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/37620387.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2020.
- [10] SCARPATI, Valesca *et al.* Modelagem matemática para pequenas empresas: uma contribuição à tomada de decisão em tempos de pandemia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 10., 2020, Evento Online. Anais eletrônicos [...]. ConBRepro, 2020. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/2020/anais/arquivos/08202020_180824_5f3eed8cde1c3.pdf. Acesso em: 19 abr. 2020.
- [11] SILVA, Ermes M. *et al.* Pesquisa Operacional - Para os Cursos de Administração e Engenharia. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

Capítulo 5

Algoritmo metaheurístico híbrido com frentes de Pareto para planejamento de redes de telecomunicações

Paulo Henrique de Campos

Valdomiro Roberto Damaceno Neto

Maria José Pereira Dantas

Resumo: O problema de *design* de redes de telecomunicações é do tipo NP-hard. Neste trabalho avalia-se um algoritmo metaheurístico híbrido de composição, com abordagem biobjetivo, cujo primeiro algoritmo é uma colônia de abelhas baseada em frentes de Pareto, que são passadas após um número de iterações para um algoritmo genético adaptativo, aqui denominado ANSGA-II. É realizado um teste com uma instância resolvida com programação linear inteira e abordagem arco-caminho, essa instancia pertence a biblioteca SNDLIB. A otimização proposta pelos algoritmos visa otimizar o custo e o número de Hops (saltos), para que as demandas da rede sejam entregues nos respectivos destinos. As soluções finais disponíveis na última frente de Pareto permitem que o projetista faça a escolha da melhor solução de acordo com sua necessidade. Em trabalhos futuros o algoritmo será melhorado e novos estudos serão desenvolvidos visando a resolução de instâncias de maior porte.

Palavras-Chave: ABC Discreto; Frentes de Pareto; ANSGA-II; SNDLIB; *Design* Redes

1. INTRODUÇÃO

A medida em que os meios de telecomunicações avançam, temos cada vez mais usuários conectados à rede, e uma crescente na demanda por maior velocidade, dessa forma, a complexidade de criar o *design* de uma rede de telecomunicação eficiente e com um custo reduzido, aumenta.

Em seu trabalho, Fernandez (FERNANDEZ, 2018) cita que planejar uma rede que seja eficiente é algo desafiador, representando um dos problemas de otimização combinatória (*COPs*) mais complexos presentes na indústria. Fernandez também aponta uma grande tendência em trabalhar esse problema com uma abordagem multiobjetivo.

Assim como a maioria dos *COPs* presentes na realidade, o problema do *design* de redes é um problema de grande escala, classificado como *NP-Hard*, problemas desse tipo possuem um número muito elevado de combinações, tornando então o uso de métodos exatos e determinísticos inviáveis, abrindo então espaço para o uso de outras abordagens de otimização, como as meta-heurísticas. Meta-heurísticas são excelentes maneiras de atacar esse tipo de problema, pois conseguem entregar boas soluções em pouco tempo de execução (FERNANDEZ, 2018).

Dentro do grupo de meta-heurísticas temos as meta-heurísticas baseadas em inteligência coletiva, que são algoritmos inspirados em comportamentos biológicos presentes na natureza, como o comportamento de colônias de abelhas, colônias de formigas, colônia de vagalumes etc. (YANG, 2010). Esses algoritmos são ótimas opções para abordagem de problemas *COPs*. Na literatura podemos encontrar pesquisas que demonstram encontrar bons resultados utilizando essa classe de algoritmos.

No trabalho do Bruno Quirino (Bruno Quirino de OLIVEIRA, 2020), foi realizado um estudo, aplicando o algoritmo *Firefly* e o Algoritmo genético, com abordagem monoobjetivo, ao problema de redes de telecomunicações. Ao final, pode-se observar que o *Firefly* obteve resultados melhores, quando comparado ao algoritmo genético, e um método exato.

O objetivo desse artigo, é apresentar uma metaheurística híbrida de composição. O primeiro algoritmo é o *Artificial Bee Colony (ABC)* na versão discreta e o segundo algoritmo é o Algoritmo genético, para a solução do problema de *design* de redes de telecomunicações, com abordagem multiobjetivo, visando otimizar o custo da rede e o número de *links* ou *Hops* utilizados, para que uma demanda saia da origem e chegue ao destino, entregando ao final da execução do algoritmo, um extenso conjunto de boas soluções para o problema de *design* de redes. A princípio, o ABC foi desenvolvido para problemas contínuos, mas com algumas alterações, é possível aplicá-lo a problemas discretos, como demonstrado por (SAAD et al., 2018).

Este artigo foi dividido em 5 seções. Na seção 2 foi descrito a formulação matemática do problema. Na seção 3 foram descritas as metaheurísticas, explicando os passos que foram utilizados na implementação do algoritmo híbrido. Na seção 4 é apresentada a instância que foi utilizada, o ambiente de teste, e a biblioteca. Na seção 5 são apresentados os resultados e discussão e, por fim, na última seção foram apresentados a conclusão e trabalhos futuros.

2. FORMULAÇÃO MATEMÁTICA COM ABORDAGEM BIOBJETIVO

O projeto de redes de telecomunicações pode ser modelado como um grafo, onde os equipamentos da rede são representados como nós, a conexão entre esses nós, seriam os links, sendo eles, representados por arestas, e a transferência de dados entre dois nós quaisquer seria a demanda. Nessa modelagem a rede seria modelada como um grafo onde $G = (N, A)$, sendo V o conjunto de nós, E o conjunto de links e D o conjunto de caminhos válidos, e a demanda como um fluxo (REZENDE e PARDALOS, 2006).

Cada demanda $d \in D$, contém o valor da demanda $hd \in \mathbb{R}$ a ser enviado de um nó de origem, até o nó de destino. Em relação a demanda, cada demanda irá conter um conjunto composto por caminhos válidos P_d , cada caminho $p \in P_d$ tem a mesma origem e destino. Para representar o total de caminhos válidos da rede, temos $P = \bigcup_{d \in D} P_d$, e a variável binária x_p^d , que indica se a demanda será escoada pelo caminho p . É importante ressaltar que se considera que apenas um caminho pode ser tomado para escoamento de demanda.

Em relação aos links, cada link $e \in E$, é dado um conjunto de módulos de capacidade T_e . Cada módulo $t \in T_e$ fornece uma capacidade c_e^t ao link e . Além disso, cada link e contém uma capacidade inicial C_e (que pode ser igual a zero). A variável y_e^t indica se o módulo t está ou não instalado, é uma variável binária, sendo que apenas um módulo t pode ser instalado por link e . O conjunto de caminhos válidos que passam pela rede é o conjunto Q_e e é dado por $Q_e := \{p \in P \mid e \in p\}$.

Como são dois objetivos que devem ser minimizados, seguem as funções $f1$ (Eq. 1), função que representa o custo da rede e a função $f2$ (Eq. 2), que calcula a soma de *hops* da rede.

$$f1 = \sum_{e \in E} \left(K_e + \sum_{t \in T} k_e^t y_e^t \right) \quad (1)$$

Dessa forma, k_e^t o custo de instalação do módulo t no link e e seja $\delta : p \rightarrow \mathbb{Z}^+$.

$$f2 = \sum_{d \in D} \sum_{p \in P_d} \delta(p) \quad (2)$$

2.1. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA EM PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA

$$\min f = (f1, f2) \quad (3)$$

Sujeito a:

$$\sum_{p \in P_d} x_p^d = 1, \forall d \in D \quad (4)$$

$$\sum_{t \in T_d} y_e^t \leq 1, \forall e \in E \quad (5)$$

$$\sum_{d \in Q_e} x_p^d h_d \leq C_e + \sum_{t \in T_e} y_e^t c_e^t, \forall e \in E, \forall d \in D \quad (6)$$

$$x_p^d \in \{0,1\}, \forall d \in D, \forall p \in P \quad (7)$$

$$x_e^t \in \{0,1\}, \forall t \in T_e, \forall e \in E \quad (8)$$

A restrição (4), garante que para cada demanda, exatamente um caminho será utilizado. A restrição (5), garante que nenhum módulo será instalado no link e . A restrição (6), garante que o fluxo que passa pelo link e não será maior que a capacidade instalada neste link. (7) e (8) definem as variáveis de decisão como binárias. (3) Representa a função objetivo referente ao problema. O modelo descrito é uma adaptação da formulação disponível no trabalho de *Orlowsk* (ORLOWSKI, 2006).

3. ALGORITMO METAHEURÍSTICO HÍBRIDO PROPOSTO

Em Orlowsk (2006) usa-se a abordagem arco caminho, com programação inteira. Na solução proposta aqui, foi gerado um conjunto de caminhos para cada demanda usando o algoritmo K-caminhos. Para maior aprofundamento no algoritmo, o leitor pode verificar o trabalho dos autores (Xu et al., 2012). O algoritmo K-caminhos tradicional é implementado usando o algoritmo de Dijkstra, que é amplamente conhecido na literatura. No entanto, neste trabalho usou-se o algoritmo Breadth First Search (BFS) no algoritmo K-caminhos para otimização do número de Hops. Para cada demanda são gerados 10 caminhos distintos, gerando assim os $|D|$ conjuntos de caminhos P_d . Essa estratégia também é utilizada em (OLIVEIRA et al., 2020).

3.1. ARTIFICIAL BEE COLONY (ABC) DISCRETO BASEADO EM FRENTES DE PARETO

O algoritmo ABC é inspirado no comportamento das abelhas melíferas de uma colônia que buscam fontes de alimento na natureza. O algoritmo possui três partes principais, sendo a fase da abelha empregada, a fase da abelha observadora, e fase da abelha exploradora. A fase das abelhas empregadas e observadoras conduzem a exploração, enquanto a abelha exploradora finaliza a exploração, buscando novas fontes de alimento para serem exploradas, trazendo assim diversidade para o processo de otimização (GHAMBARI e RAHATI, 2018).

O ABC possui poucos parâmetros, sendo eles a quantidade de fontes de alimento SN , e o número de iterações N ou então um tempo limite de execução X , a quantidade de abelhas de abelhas empregadas, e quantidade de abelhas observadoras é igual a quantidade de fontes de alimento, dessa maneira, cada abelha está associada a uma fonte de alimento (GHAMBARI e RAHATI, 2018).

A princípio é gerada um conjunto de fontes de alimento, e o tempo limite de execução do algoritmo, em seguida são executadas a fase das abelhas, empregadas, observadoras e exploradas até que o tempo limite de execução seja satisfeito. Todas essas etapas são explicadas nas seções a seguir.

3.1.1. REPRESENTAÇÃO DE CADA FONTE DE ALIMENTO

Cada fonte de alimento é representada como um conjunto de arestas no grafo, formando então um caminho para que a demanda seja escoada. Cada fonte de alimento tem comprimento D , e cada valor da fonte representa o caminho p , pelo qual a demanda $d \in D$ pode ser escoada.

3.1.2. GERAÇÃO DAS FONTES DE ALIMENTOS INICIAIS

As fontes de alimentos iniciais foram representadas em uma matriz, e são geradas de forma aleatória, onde para fonte é sorteado um caminho $p \in P_d$ do conjunto que é válido para a demanda $d \in D$.

3.1.3. VETOR DE RANKS E NÃO DOMINÂNCIA DE PARETO

O vetor de *ranks*, é o vetor que irá conter a avaliação das fontes de alimento. Cada posição i desse vetor se refere a fonte de alimento i dentre todas as fontes de alimento. Sendo que quanto menor o *rank* dessa fonte de alimento, maior é sua qualidade. O vetor utiliza da não dominância de Pareto para organizar os *ranks*, logo, cada solução é comparada com outras soluções para então determinar se ela é dominada ou não por outra solução. As soluções que não são dominadas por nenhuma outra solução são as que possuem o maior nível de qualidade, e então assumem a frente de Pareto, e são classificadas com *rank 1* (EMRAH HANCER, 2017). Esse vetor é importante, para que o cálculo de probabilidade seja feito na etapa das abelhas observadoras.

3.1.4. FASE ABELHAS EMPREGADAS

Nessa etapa, é enviado uma abelha para cada fonte de alimento, e então a busca local é aplicada. Serão geradas vizinhanças com base na fonte de alimento conectada a abelha, e caso a fonte vizinha seja melhor que a fonte atual, é feita a substituição.

3.1.5 FASE ABELHAS OBSERVADORAS

Nessa fase é gerado um vetor de probabilidades, para que a abelha observadora possa escolher as fontes de alimento para as quais elas vão ser enviadas.

Quando se trata de um problema de um único objetivo, a probabilidade pode ser facilmente calculada, como demonstrado na equação 9.

$$PIs[i] = \frac{fitness_i}{\sum_{i=1}^{SN} fitness_i} \quad (9)$$

Porém, quando se trata de problemas que possuem mais de um objetivo é necessário adaptar a equação (EMRAH HANCER, 2017).

Como adaptação para o cálculo de probabilidade, foi utilizado a equação proposta por (WANG e Y., 2015), nessa adaptação é utilizado o vetor de *ranks* da frente de Pareto, onde as soluções com melhor qualificação possuem um *rank* menor, dessa maneira, quanto melhor o indivíduo, menor é seu *rank*. Dito isso, a nova equação para o cálculo da probabilidade fica como demonstrado na equação 10:

$$PIs[i] = 1 - \frac{px(i) - \min(px)}{\max(px) - \min(px)} \quad (10)$$

Nessa formulação, $px(i)$ representa a classificação não dominada da fonte de alimento, retornada pela abelha empregada i (WANG e Y., 2015). Após o cálculo da probabilidade de cada fonte de alimento ser finalizado, é gerado um valor aleatório entre 0 e 1 para cada abelha observadora, e caso ele seja menor que a probabilidade $PIs[i]$, essa fonte é escolhida pela abelha observadora i .

3.1.6 FASE ABELHAS EXPLORADORAS

Nesse processo será analisados as fontes de alimento que já foram esgotadas, ou seja, as fontes onde a busca local já foi aplicada, e não possível melhorar mais essa solução. Para cada uma das soluções esgotadas, é enviado uma abelha exploradora, e então ela troca essa solução esgotada, por uma solução aleatória. Dessa forma, garantimos que o algoritmo mantenha a diversidade, e fuga de ótimos locais.

3.1.7 BUSCA LOCAL LOCAL PROPOSTA

No ABC, quando uma abelha empregada é alocada à uma solução, ela tenta melhorar essa solução o máximo possível, após isso, ela se torna uma abelha exploradora, para que ela possa trocar a solução que foi esgotada, por uma solução aleatória. Dito isso, o processo de busca local foi implementado de modo em que, para cada demanda $d \in D$, é efetuado a troca do caminho pertencente a essa demanda, substituindo esse caminho, por outro caminho pertencente a lista de caminhos disponíveis. Quando não é possível encontrar melhora trocando o caminho da demanda atual, a busca passa para outra demanda, e então repete o processo, até que tenha passado por todas as demandas.

3.1.8 – PSEUDO CÓDIGO ABC

Figura 3: Pseudo Código algoritmo ABC

```

Algorithm 1 ABC
Entrada:  $S^N, N$ 
Saída: As melhores soluções encontradas ( $S^*$ )
início
    Gera fontes de alimento iniciais
    Monta vetor de rank
    Armazena as melhores soluções encontradas
enquanto condição de parada não é satisfeita faz
    Executa fase abelhas operárias
    Calcula vetor de probabilidades
    Executa fase abelhas observadoras
    Monta vetor de ranks
    Armazena melhores soluções
    Executa fase abelhas exploradoras
fim
fim
Retorna as melhores soluções encontradas

```

3.2 ALGORITMO GENÉTICO (NSGA-II ADAPTATIVO)

Com apoio no trabalho de Juan li et al., (2015) o algoritmo genético usado é adaptativo baseado em ordenação não dominada (ANSGA-II), que é um algoritmo que otimiza vários objetivos simultaneamente com base em dois fatores, a dominação de Pareto e a distância de aglomeração. Neste trabalho, foi realizado um cálculo prévio do conjunto de caminhos que serão usados pelo ANSGA-II. Primeiro, são gerados para cada demanda um conjunto de 10 caminhos válidos, de acordo com a formulação matemática. Em seguida, é gerada a população inicial com número de indivíduos escolhido de forma a manter o desempenho do algoritmo. Então, até que o tempo de execução tenha acabado, são executados os operadores de mutação e cruzamento com mecanismos adaptativos, e a ordenação não dominada e distância de aglomeração, seguidos do operador de seleção, conforme (VERMA, 2021).

4. INSTÂNCIA DE TESTE E BIBLIOTECA SNDLIB

4. 1. AMBIENTE DE TESTE

Para executar os testes de desempenho do ABC, foi utilizado a instância PDH da biblioteca SNDlib (ORLOWSKI, 2006). Todos os testes foram executados em um computador, com processador Ryzen 5 1400 + 16 GB RAM DDR4, e sistema operacional Windows 10, e utilizando o recurso WSL 2 com o Ubuntu 20.04 LTS. O python 3.8 foi a linguagem de programação usada nos códigos desenvolvidos.

4.2. BIBLIOTECA SNDLIB

Para executar os testes com o algoritmo desenvolvido foi utilizada a biblioteca SNDLib. A SNDlib é uma biblioteca de instâncias de teste para Projeto de Rede de Telecomunicação Fixa *Survivable*. Seu propósito é para disponibilizar instâncias de teste de *design* de rede realistas para a comunidade de pesquisa, para servir como um *benchmark* padronizado para testar, avaliar e comparar modelos e algoritmos de *design* de rede, para ser uma fonte de informações e recursos relacionados ao projeto de rede fixa (SNDLIB, 2006).

4.3. INSTÂNCIA DE REDE PDH

Dentre as redes de transporte têm-se as redes que possuem tecnologia *PDH* (*Plesiochronous Digital Hierarchy*), com alto uso em redes nacionais, devido ao fato do alto investimento já feito nessa tecnologia. Além de serem bastante utilizadas, essas redes continuam em evolução provinda gradualmente pelas operadoras de fibra óptica (OLIVEIRA, 2020).

Por estar disponível na SNDLib.com, é possível comparar os resultados obtidos pelo ABC, com os resultados disponíveis na SNDLib.com. Além de escolher a rede no site, alguns parâmetros são

preenchidos. Para esses parâmetros, a configuração foi feita conforme Figura 4.

Figura 4: Configuração da rede PDH

Demand model	Undirected
Link mode	Undirected
Link capacity model	Explicit Link capacities
Fixed-charge model	No fixed-charge cost
Routing model	Single path
Admissible path model	All Paths
Hop-limit model	No Hop limits
Survivability model	No Survivability

A PDH testada contém 11 vértices, 34 links e 24 demandas, e existem 3 tipos de módulos de capacidade que podem ser instalados em cada link, com capacidades variando entre 30, 480 e 1920.

5 RESULTADOS

5.1. ALGORITMO ABC DISCRETO BASEADO EM FRENTES DE PARETO

Antes de fazer a Hibridização, foram feitos testes apenas com o ABC, para observar o desempenho do ABC quando trabalhado em um problema discreto. O ABC não entregou bons resultados quando utilizado sozinho no problema de *design* de redes. Utilizando apenas o ABC, foi possível obter as soluções descritas na Tabela 1:

Tabela 1 – Resultados utilizando apenas o ABC

	Solução 1	Solução 2	Solução 3	Solução 4	Solução 5	Solução 6	Solução 7	Solução 8
Custo	14.064.630	14907246	15058654	15228659	15371459	15694027	15709327	15745027
Soma Hops	30	29	32	31	31	28	28	30

Para esse teste o ABC foi executado com 750 fontes de alimento, e foi deixado em execução por 1 hora.

Um dos principais motivos do ABC não conseguir encontrar soluções melhores sozinho, é que seu potencial de intensificação de soluções é baixo. Tendo como única forma de causar perturbações nas soluções, a busca local.

Devido a isso, surgiu a ideia de trabalhá-lo de forma híbrida com o ANSGA-II, pois com os operadores de mutação e crossover do ANSGA-II, é possível intensificar as soluções encontradas pelo algoritmo ABC, além da abordagem auto adaptativa do ANSGA-II. Com isso, unindo os dois algoritmos, é possível encontrar soluções com maior qualidade.

5.2. ALGORITMO HÍBRIDO ABC+ANSGA-II

Para a execução dos testes com o algoritmo híbrido, a execução foi iniciada com o algoritmo ABC, e em seguida a frente de pareto encontrada pelo ABC foi utilizada para inicialização de parte das soluções do ANSGA-II juntamente com um complemento gerado aleatoriamente. O ANSGA-II foi desenvolvido com taxas de crossover e mutação ajustadas de forma auto-adaptativa. O ABC é executado, com 500 fontes de alimento, e tempo máximo de execução de 20 min. Após finalizar a execução do ABC, 15 soluções da frente de pareto do ABC são passadas para o ANSGA-II. Então a execução do ANSGA-II é iniciada, somando as soluções recebidas do ABC a população gerada pelo ANSGA-II, o ANSGA-II gera 75 indivíduos, ao final da soma, fica então com uma população inicial total de 90 indivíduos. Os números apresentados anteriormente foram advindos de exaustivos testes *off-line*.

Os resultados estão organizados de forma em que, na Tabela 2, estão as soluções não dominadas da frente

de pareto, encontrados pelo algoritmo híbrido, com o custo, e a soma de Hops. A tabela 3 contém a solução presente na SNDLib. A figura 5 demonstra o tempo que o AG gasta para encontrar a solução com menor custo (Solução 2) após receber a frente de pareto do ABC, e na figura 6 podemos fazer a mesma observação, mas dessa vez, o tempo gasto para chegar na solução (Solução 4) com menor sómatorio de Hops. A figura 7, demonstra a topologia de rede da solução com menor custo (Solução 2), e a Tabela 4 possui os valores referentes a Figura 7, os links expressos na cor cinza, não foram descritos na Tabela 4, pois o fluxo que passa por eles é 0.

Tabela 2 – Conjunto de soluções encontradas pelo algoritmo

	Solução 1	Solução 2	Solução 3	Solução 4	Solução 5	Solução 6	Solução 7	Solução 8
Custo	14.730.021	13.193.434	14.012.090	19.459.526	15.599.677	16.527.983	17.470.314	18.458.545
Soma Hops	29	31	30	24	28	27	26	25

Tabela 3 – Solução da biblioteca SNLlib

	SNDLib
Custo	14.883.708
Soma Hops	48

Fonte: (SNLIB, 2006)

Figura 5 – Tempo gasto para obter a solução com menor custo no ANSGA-II



Figura 6 – Tempo gasto para obter a solução com menor somatório de hops no ANSGA-II



Para ampliação da frente de Pareto, o algoritmo foi deixado em execução por 1 hora. Porém o ANSGA-II consegue encontrar a solução com menor custo (Solução 2), após receber os individuos do ABC, em 159 segundos (Figura 5). Já para encontrar a solução com menor número de *Hops*, o ANSGA-II gasta 8,6 segundos (Figura 6).

Figura 7 – Topologia (Solução 2 da Tabela 1)

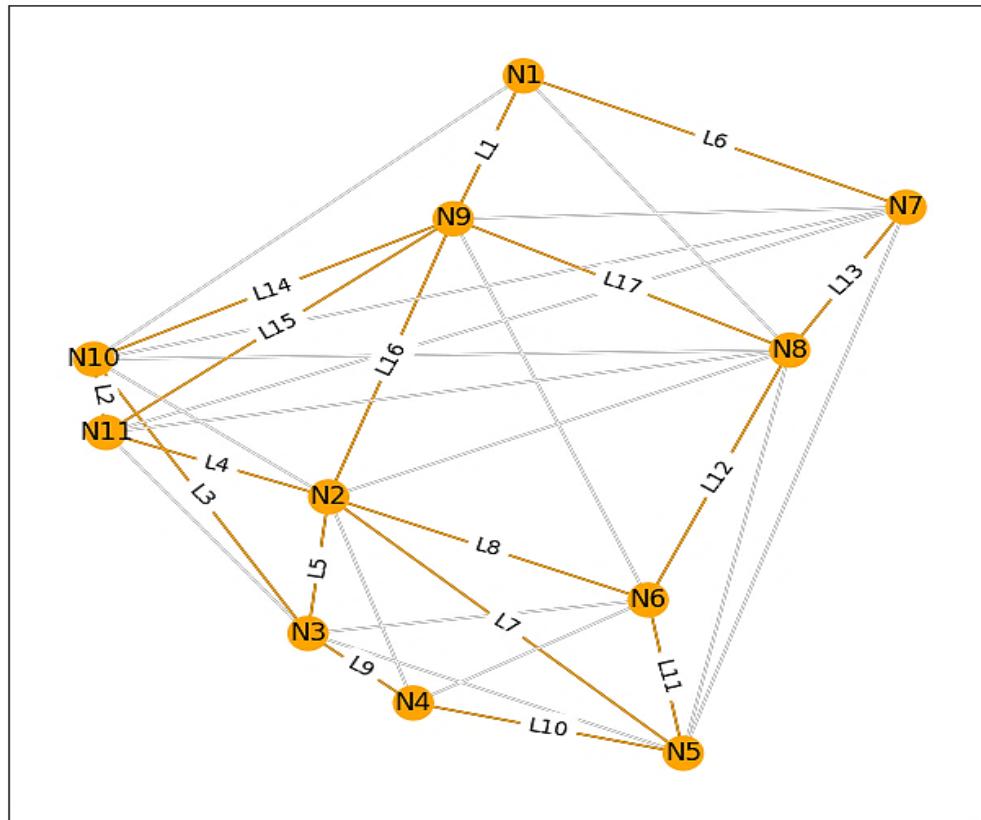


Tabela 4 – Valores referentes a Figura 5

links	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17
Fluxos	373	463	296	266	278	138	381	397	339	466	203	383	459	378	160	384	347
Capacidade Instalada	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Nesse trabalho foi implementado um Híbrido entre o ABC e o ANSGA-II com mecanismos adaptativos para propor uma solução para o problema de *design* de redes, trabalhando o problema de maneira bi-objetivo. Utilizar um algoritmo híbrido, traz a vantagem de poder disfrutar do algoritmo que de melhor cada pode entregar, podendo então obter melhores resultados.

Foi possível obter bons resultados, superando os resultados disponíveis na SNDLib. Além de superar os resultados da SNDLib, o algoritmo híbrido com a otimização baseado na frente de pareto, traz a vantagem de entregar diversas soluções, trazendo então uma gama de opções para os projetistas, de forma em que eles possam escolher as soluções de acordo com a sua necessidade na hora de projetar o design da rede. Em trabalhos futuros, pretende-se abordar esse algoritmo em redes de telecomunicações maiores.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho recebeu apoio financeiro do Programa Institucional de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), fornecido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico.

REFERÊNCIAS

- [1] SAAD, A.; S., K. A.; A., M. A multi-objective evolutionary artificial bee colony algorithm for optimizing network topology design. *Swarm and Evolutionary Computation*, 2018. 188 - 200.
- [2] EMRAH HANCER, B. X. M. Z. D. K. B. A Pareto front feature selection based on artificial bee colony optimization, 2017.
- [3] FERNANDEZ, E. A. Metaheuristics in Telecommunication Systems: Network Design, Routing, and Allocation Problems. *IEEE SYSTEMS JOURNAL*, p. 1-10, 2018.
- [4] GHAMBARI, S.; RAHATI, A. An improved artificial bee colony algorithm and its application to reliability optimization problems. *Applied Soft Computing*, 2018. 737 - 767.
- [5] JUN-QING LI, M. I. M.-X. S. L. W. . P.-Y. D. . Y.-Y. H. . H.-Y. S. A. Q.-K. P. Hybrid Artificial Bee Colony Algorithm for a Parallel Batching Distributed Flow-Shop Problem With Deteriorating Jobs. *IEEE TRANSACTIONS ON CYBERNETICS*, 21 jul. 2019.
- [6] Li, J., Chen, J., Xin, B., e Dou, L. (2015). Solving multi-objective multi-stage weapon target assignment problem via adaptive nsga-ii and adaptive moea/d: A comparison study. In 2015 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), p. 3132-3139.
- [7] OLIVEIRA, B. Q. D. Programação Inteira Binária com Técnicas Bio-Inspiradas para o Planejamento Otimizado de Redes de Transporte Ópticas, 2020.
- [8] OLIVEIRA, B. Q.; SOUSA, A. M.; VIEIRA, T. H. F. Firefly Algorithm Based Optimization Model for Planning of Optical Transport Networks. *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 20, 2020.
- [9] ORLOWSKI, S. What is SNDlib? SNDlib, 2006. Disponível em: <<http://sndlib.zib.de/home.action>>. Acesso em: 21 fevereiro 2021.
- [10] REZENDE, C. G. M.; PARDALOS, M. P. Handbook of optimization in telecommunications. [S.l.]: Springer US, 2006.
- [11] SAAD, A.; S., K. A.; A., M. A multi-objective evolutionary artificial bee colony algorithm for optimizing network topology design. *Swarm and Evolutionary Computation*, 2018. 188 - 200.
- [12] SNDLIB. SNDLIB, 2006. Disponível em: <<http://sndlib.zib.de/home.action>>. Acesso em: 23 jul. 2021.
- [13] STANISŁAW KOZDROWSKI, M. Z. O. 1. K. 1. A. S. 1. A Comparative Evaluation of Nature Inspired Algorithms for Telecommunication Network Design. *Applied Sciences MDPI*, 2020.
- [14] Verma, S., Pant, M., e Snasel, V. (2021). A comprehensive review on nsga-ii for multi-objective combinatorial optimization problems. *IEEE Access*, 9:57757-57791.
- [15] WANG, T.; Y., L. Multi-objective Artificial Bee Colony algorithm. International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks, 2015. 1289 - 1293.
- [16] YANG, X.-S. *Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms*, 2010.
- [17] Xu, W., He, S., Song, R., e Chaudhry, S. S. (2012). Finding the k shortest paths in a schedule-based transit network. *Computers Operations Research*, 39(8):1812–1826. ISSN 0305-0548. URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305054810000493>. Special Issue: Advances of Operations Research in Service Industry.

Capítulo 6

Repercussões do MES (Manufacturing Execution System) na agroindústria para produção de ração animal

Alexandre da Silva Francisco

Macáliston Gonçalves da Silva

Mauricio Nunes Macedo de Carvalho

Resumo: Um dos principais setores da economia brasileira é o agronegócio. Neste contexto, como a transformação digital pode contribuir para as organizações da agroindústria? Explorando o tema em um estudo de caso único, este trabalho tem como objetivo entender melhor os impactos da implementação do MES (*Manufacturing Execution System*) sobre a gestão da produção de ração animal no cenário brasileiro. Foram analisadas funcionalidades do MES correspondentes ao gerenciamento da qualidade, do processo, de unidades de produção, da manutenção, do trabalho, de recursos, programação detalhada, controle de documentos, análise de desempenho, rastreabilidade e genealogia, aquisição e armazenamento de dados. Os resultados indicam que o MES em um projeto de transformação digital pode contribuir para as organizações da agroindústria. No caso, a estrutura para auferir benefícios está centrada no suporte digital a decisões e controle do processo produtivo alinhado a democratização da informação. A base está na coleta e tratamento de dados úteis, atuais e confiáveis, diretamente da operação, sobre a realidade do ambiente de fabricação.

Palavras-Chave: MES (*Manufacturing Execution System*); Gestão na agroindústria; Fabricação de ração.

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio é reconhecido como um vetor de fortalecimento do desempenho da economia brasileira. Mesmo durante o período de crise causado pela pandemia de Covid-19 (SCHEIDGEN *et al.*, 2021), o agronegócio nacional registrou crescimento em diferentes índices, como de valor bruto da produção ou na soma de bens e serviços gerados, por exemplo. Os resultados alcançados em volume e receita consolidam o Brasil como um dos principais *players* mundiais na produção e exportação agropecuária (FILASSI *et al.*, 2021), principalmente envolvendo soja, café, suco de laranja, açúcar, carne de frango, carne bovina, milho e carne suína (CNA, 2021). Em meio ao agronegócio está a agroindústria. A agroindústria acaba contribuindo com um conjunto de atividades de beneficiamento, transformação e/ou processamento que agregam valor à agricultura, pecuária, silvicultura e aquicultura (EMBRAPA, 2021).

Como um elo da cadeia no agronegócio, a agroindústria pode ser representada pela indústria frigorífica, de beneficiamento, têxtil, sucroenergético, de extração vegetal, de leite e lácteos, de máquinas e equipamentos para o setor, de ração animal, entre outras. Em virtude do impacto positivo da agroindústria para o crescimento socioeconômico, sobretudo em países em desenvolvimento (FAVRO; ALVES, 2021), justifica-se mais estudos para ampliação de conhecimento e aprimoramento do setor.

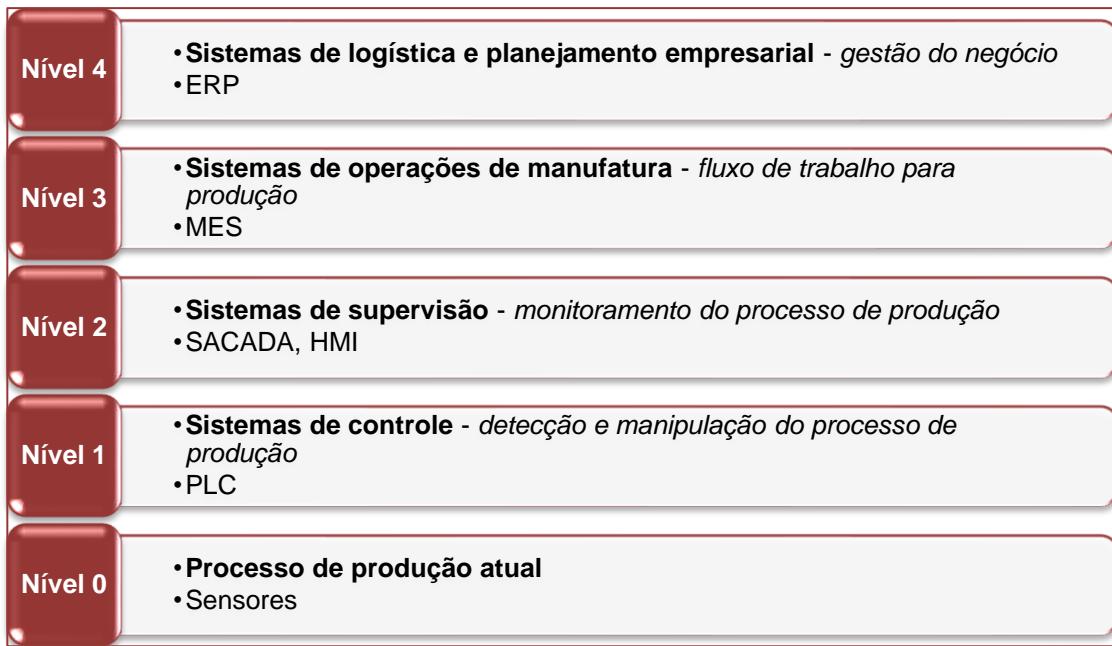
Em contrapartida, bons resultados empresariais se sustentam com evoluções e melhorias em processos e produtos (CAMARGO; DA SILVA; SIMÕES, 2018; GLOVER *et al.*, 2013). Para se manterem competitivas no mercado, empresas de diferentes setores estão redesenhando seus processos com o apoio intensivo de tecnologias digitais (FELSBERGER *et al.*, 2020). É a transformação digital alavancando melhores desempenhos (RICKY; KADONO, 2020). Assim, uma questão parece pertinente levantar: como a transformação digital pode contribuir para as organizações da agroindústria?

É neste contexto que o trabalho traz como objetivo entender melhor os impactos da implementação do Sistema de Execução da Manufatura (MES - *Manufacturing Execution System*) sobre a gestão da produção de ração animal no cenário brasileiro. Na agroindústria nacional o segmento de nutrição animal continua crescendo (SINDIRACÔES, 2021) e posiciona o Brasil como um dos líderes mundiais na produção de rações (FEED&FOOD, 2021), o que coloca em destaque o ambiente para pesquisa. Outro ponto, o MES vem sendo adotado em projetos de digitalização nas empresas pela capacidade de auxiliar no gerenciamento do fluxo produtivo, dando condições para decisões mais robustas no chão de fábrica (JASKÓ *et al.*, 2020; MARTINEZ *et al.*, 2021; NEGRI *et al.*, 2020). A agilidade na troca de informações em tempo real com o MES permite níveis diferenciados de *performance* nas operações (COTTYN *et al.*, 2011; NEUHAUS; DA SILVA; PACHECO, 2014). Deste modo, explorar o MES em desafios empresariais no agronegócio enriquece discussões das práticas gerenciais em um campo significativo para o desenvolvimento do país.

Este trabalho pretende contribuir para o avanço das atividades e modos de condução nos negócios, preenchendo possíveis lacunas para a excelência das operações (ANSELMO *et al.*, 2020), em especial na realidade da agroindústria nacional. Tanto quanto, progredir no entendimento das implicações do MES nas empresas. A organização do manuscrito segue com um referencial teórico sobre sistemas MES. Na sequência, a partir de um estudo de caso, são apresentadas as características, funcionalidades e particularidades do MES aplicado no processo produtivo de rações, analisando os impactos da implementação do sistema sobre a gestão da produção na empresa pesquisada. Finaliza-se com as considerações finais sobre os achados de pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O MES (*Manufacturing Execution System*) foi desenvolvido com a necessidade de um nível intermediário entre os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) e o chão de fábrica. Os sistemas ERP não eram indicados para o controle factual do dia a dia na área de produção (CHOI; KIM, 2002). O ERP tem como princípio ser um sistema de informações corporativas projetado para integrar e otimizar os processos de negócios e transações em uma organização (MOON, 2007). Então, na década de 1990 surgiu o MES como ferramenta para cobrir esta lacuna (CHOI; KIM, 2002). Seguindo o modelo de hierarquia da ISA-95 (MARTINEZ *et al.*, 2021), uma aplicação MES atua no nível 3 interligando a camada de automação com a corporativa (CHEN; NOPHUT; VOIGT, 2020). A Figura 1 ilustra a representação dos níveis definidos pela ISA-95. O padrão internacional ISA-95 oferece um modelo de desenvolvimento e integração de sistemas empresariais e de controle em uma perspectiva de especificação por camadas, estruturando elementos como: nível 0 - sensores; nível 1 - controladores lógicos programáveis (*Programmable Logic Controller - PLC*); nível 2 - sistemas de supervisão e aquisição de dados (*Supervisory Control and Data Acquisition - SCADA*) e interface homem-máquina (*Human-Machine Interface - HMI*); nível 3 - sistemas de operações de manufatura com MES; nível 4 - sistemas corporativos via ERP (MARTINEZ *et al.*, 2021).

Figura 1 – Modelo hierárquico do padrão ISA-95.

Fonte: Baseado em Martinez et al. (2021).

O fundamental em um MES é ser o elo entre o ambiente produtivo e a gestão da empresa (MARTINEZ *et al.*, 2021), com o objetivo de agilizar a tomada de decisão na organização, fazendo com que as informações cheguem rapidamente às pessoas indicadas (MESA, 1997b). Um sistema MES oferece em tempo real as informações relacionadas com a produção, coletando e tratando dados dos processos produtivos de forma integrada com outros sistemas de gestão (MANTRAVADI; MØLLER, 2019), em especial com o ERP. A partir de relatórios e apontamentos visualizados em painéis digitais, operadores e gestores das empresas têm condições de tomar decisões cada vez mais rápidas e precisas (KLETTI, 2007). O MES e o ERP podem trabalhar juntos, sendo que o MES potencializa a utilização das funcionalidades do ERP (NEUHAUS; DA SILVA; PACHECO, 2014).

É função do MES entregar informações reais e atuais, possibilitando a otimização da produção, de atividades desde o carregamento de uma ordem de produção até o produto acabado (CHEN; NOPHUT; VOIGT, 2020). Com dados atualizados e precisos, o MES guia, inicializa, responde e reporta as atividades de uma planta industrial assim que elas ocorrem (WANG *et al.*, 2018). A pronta resposta para as condições de mudança, associada com o foco na redução de atividades sem valor agregado, leva ao pleno gerenciamento das operações produtivas. O MES pode prover informações em tempo real sobre as atividades de produção para toda a empresa e sua rede de fornecedores via comunicação bidirecional (MESA, 1997a). Usualmente, um *software* MES fornece interface de programação de aplicação para facilitar a integração com outros sistemas além do ERP, como de gerenciamento de cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management* – SCM), ferramentas CAD (*Computer Aided Design*), controles de chão de fábrica, automação de vendas (*Sales Force Automation* - SFA) e CRM (*Customer Relationship Management*) (JOAQUIM, 2006).

As organizações precisam ter capacidade de mapear o seu fluxo de valor em tempo real, reforçando a necessidade de apoio aos sistemas ERP que não possuem essas características. Ainda, a complexidade crescente dos processos produtivos e dos esforços para atendimento dos clientes exigem uma visão holística da produção (MARTINEZ *et al.*, 2021). Tais cenários tornam indispensáveis para as empresas condições apropriadas para realização de planejamento detalhado, qualidade, análise de desempenho e controle de materiais, assim como, o registro e a exibição das informações de forma integrada (CHEN; NOPHUT; VOIGT, 2020). Neste ponto aparece o MES como meio de execução em suas virtuais funcionalidades, como (MESA, 1997a): gerenciamento da qualidade; programação detalhada; gerenciamento do processo; gerenciamento de unidades de produção; gerenciamento da manutenção; controle de documentos; análise de desempenho; gerenciamento do trabalho; rastreabilidade e genealogia; aquisição e armazenamento de dados; gerenciamento de recursos.

As expectativas colocadas em cima de um sistema desenvolvido para execução da manufatura para

aumentar o desempenho da produção são proporcionalmente elevadas. O MES deve ser metodicamente sistematizado, a fim de dar as organizações uma visão mais ampla dos recursos e de diferentes possibilidades de atuação. O sistema deve ser estruturado de forma modular para que seja possível uma implantação gradual e customizada, conforme a empresa vai se familiarizando com as suas funcionalidades (MEYER; FUCHS; THIEL, 2009).

Todo o fluxo de informações da produção fica registrado em um banco de dados. Quando o MES está implementado em uma empresa, é possível oferecer diferentes pontos de vista do processo, a partir dos quais o usuário pode filtrar dados, agrupá-los e dispô-los em várias formas de tabelas e gráficos (KLETTI, 2007). As telas, interfaces ou relatórios do MES precisam ser de fácil interpretação para que todos os níveis de usuários tenham uma boa aceitação perante o sistema (COTTYN *et al.*, 2011), pois qualquer dificuldade encontrada poderá desmotivar as pessoas quanto ao seu uso. O MES deve ser capaz de distribuir os dados referentes à produção de forma mais flexível possível aos usuários (CHOI; KIM, 2002).

Os sistemas MES são responsáveis pela interação dos dados de controle com o campo de gestão e vice-versa, mas possuem também diversas outras funções no gerenciamento da produção (MESA, 1997a, 1997b). Com o MES os operadores são orientados com informações digitais que contribuem para a melhoria da produtividade. Os desvios são imediatamente detectados pelo controle, permitindo que as ações possam ser tomadas conforme a necessidade (MEYER; FUCHS; THIEL, 2009). Em geral, na área industrial o tempo de utilização das máquinas é inferior ao planejado. O MES permite detectar as paradas e ajuda a revelar as causas das paralisações, potencializando ações imediatas para sustentar melhores índices de eficiência das máquinas (KLETTI, 2007). O escopo do MES atinge ainda fatores relacionados com a sincronização de processos, padronização, redução e eliminação de falhas. Todos são elementos formadores dos princípios *lean*, que suportam o MES como apoiador das práticas da manufatura enxuta (COTTYN *et al.*, 2011; MEYER; FUCHS; THIEL, 2009).

A MESA Internacional estudou várias empresas e ofereceu uma lista de benefícios esperados com o uso de MES (MESA, 1997b), que vem se confirmando com o tempo (D'ANTONIO; BEDOLLA; CHIABERT, 2017; JASKÓ *et al.*, 2020; MANTRAVADI; MØLLER, 2019):

- Redução do tempo de ciclo de manufatura;
- Redução ou eliminação de dados de entrada;
- Redução do *work-in-process* (WIP);
- Redução ou eliminação dos documentos físicos;
- Melhoria da qualidade dos produtos;
- Valorização do trabalho do pessoal de operação;
- Melhoria do processo de planejamento;
- Melhoria dos serviços prestados ao cliente;
- Melhoria na comunicação entre a Produção e o PPCP (Planejamento, Programação e Controle da Produção).

3. METODOLOGIA

Este trabalho visa analisar os impactos com a implantação do MES sobre a gestão da produção de ração animal. A pesquisa caracteriza-se como um estudo exploratório de abordagem empírica, pois tende a formulação de proposições para futuras investigações. Optou-se pelo estudo de caso como estratégia metodológica para a pesquisa de campo (DE MASSIS; KOTLAR, 2014). Com o estudo de caso os eventos e suas características podem ser preservados ao longo da pesquisa (YIN, 2015).

O estudo de caso único (DE MASSIS; KOTLAR, 2014) é realizado em uma empresa da agroindustrial brasileira. É uma organização familiar voltada exclusivamente para fabricação de ração animal nos segmentos de suínos, bovinos e aves. A empresa atua em todo território nacional e sua unidade de produção analisada está na região Sul do Brasil.

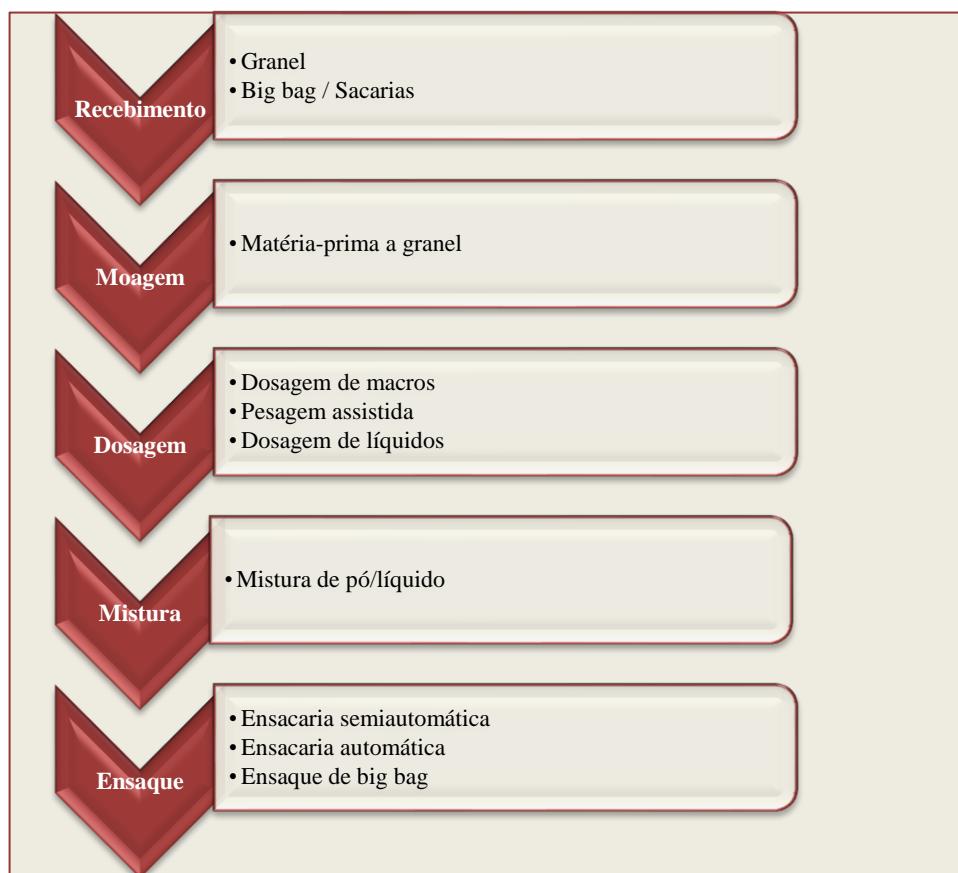
O uso de múltiplas fontes de dados oportuniza a triangulação de informações, potencializando resultados mais robustos (DE MASSIS; KOTLAR, 2014; YIN, 2015). As fontes de evidências utilizadas neste trabalho foram:

- Entrevistas - As entrevistas foram constituídas de natureza semiestruturada e realizadas com os profissionais especialistas da unidade de análise, sendo um Gerente de Produção, um Diretor Industrial e cinco Operadores de Produção envolvidos com o MES;
- Documentação – Utilizados registros escritos, relatórios internos, relatórios do próprio MES e outros documentos de gestão da produção na unidade de análise;
- Observação direta – Para coleta de dados foram realizadas visitas na empresa em estudo com o objetivo de analisar o sistema MES em uso normal.

4. CASO PESQUISADO

A produção de ração animal é realizada por bateladas, passando por uma sequência de etapas de processamentos. Na Figura 2 é apresentado o macrofluxo do processo de produção na empresa pesquisada.

Figura 2 – Macrofluxo do processo de produção de rações animais



Fonte: Autores.

O controle do processo de produção é feito via controlador lógico programável (PLC) montado em um painel elétrico de comando nas instalações da unidade produtiva. Todas as atividades do PLC são parametrizadas e configuradas através de software supervisório instalado em um computador alocado na sala de operação. A dosagem das matérias-primas é realizada conforme fórmulas pré-cadastradas por técnicos do laboratório em um banco de dados instalado no computador da automação, sendo gerenciadas pelo MES. O software supervisório permite uma completa parametrização dos instrumentos possibilitando flexibilização do processo produtivo com funções do tipo: priorização de silos e materiais; registros de tempos; níveis de silos; trocas de silos; seleção de ordens de produção; entre outras funcionalidades. O MES é o sistema responsável pelo gerenciamento do processo de produção da empresa e possui um Módulo de Produção, um Módulo de Pesagem Assistida e um Módulo de Interação com o ERP.

5. ANÁLISE DOS IMPACTOS DO MES SOBRE A GESTÃO DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES

Seguem as análises dos dados levantados no campo.

5.1. GERENCIAMENTO DA QUALIDADE

Foi apontado que a dosagem das matérias-primas é a etapa mais crítica do processo produtivo na empresa pesquisada. As dosagens devem ocorrer de acordo com a respectiva formulação, sendo que a qualidade e as características fundamentais da ração dependem diretamente da precisão das dosagens atingida no processo. Todo instrumento de pesagem (balança), por mais preciso que possa ser, possui suas limitações e quanto maior a capacidade nominal da balança, menor tende a ser sua precisão.

Por este motivo existem diferentes balanças dentro do processo de produção da empresa em estudo que são dimensionadas conforme o peso das dosagens. Balanças maiores para as dosagens mais grosseiras e de grandes volumes, as menores são destinadas para dosagens dos microingredientes com volumes reduzidos. Devido à importância desta etapa no processo produtivo, inclusive com regulamentação específica para os fabricantes, a empresa optou por monitorar todas as balanças via MES.

O sistema MES em uso permite ajustes rápidos com o objetivo de corrigir as bateladas, bloqueando a continuação do processo em caso de problema. Esta funcionalidade evita retrabalhos e falhas no final da linha. Com a utilização do Módulo de Pesagem Assistida a empresa já garantiu uma redução, em média, de 90% de problemas de qualidade no produto final relativos a erros de dosagens.

Com os dados obtidos é possível considerar que o MES na produção de ração animal:

- Contribui para a melhoria da qualidade do produto final;
- Permite análise de parâmetros em tempo real;
- Reduz falhas no processo;
- Permite rastreabilidade de dados de qualidade.

5.2. PROGRAMAÇÃO DETALHADA

Para a programação da produção a empresa desenvolveu uma matriz de sensibilidade com o objetivo de eliminar as contaminações durante o processo de fabricação e reduzir o tempo de parada da fábrica para limpeza da linha. A matriz de sensibilidade é uma tabela que relaciona todos os produtos com cores. O fato possibilita uma análise de compatibilidade entre os produtos processados em sequência na mesma linha de produção, considerando todas as combinações de sequências possíveis. Com essa matriz de sensibilidade pode-se analisar que, se o produto que está em produção é o vermelho, o ideal é que o próximo produto a entrar em produção seja o verde ou o produto cinza, pois qualquer outro produto necessitaria limpeza significativa da linha.

Com a implantação da lógica de sequenciamento de produção no MES, a empresa conseguiu reduzir em 30% o tempo de *setup*, especialmente envolvendo o aspecto limpeza da linha. Outro avanço conquistado foi a redução em 90% de incidências de produtos contaminados no processo produtivo. O tempo de ciclo das operações foi reduzido em 20%, pois não são mais necessárias as paradas de produção para análises laboratoriais parciais a fim de detectar contaminações.

A comunicação entre os setores de Produção e PPCP ficou mais objetiva quando o assunto é produto em linha de produção. A matriz de sensibilidade deixa claro o melhor sequenciamento de produção e reduz as incertezas sobre as escolhas de prioridades.

Com os dados obtidos é possível considerar que o MES na produção de ração animal:

- Melhora a tarefa de sequenciamento da produção;
- Reduz o tempo de *setup*;
- Reduz o tempo de ciclo na operação;
- Melhora a comunicação entre a Produção e o PPCP.

5.3. GERENCIAMENTO DO PROCESSO

A gestão da produção considera como estratégico para a empresa o monitoramento da operação de alguns processos, como, o tempo de moagem, o tempo de dosagem e o tempo de mistura. O MES monitora esses tempos e mostra *online* para gestores e operadores as informações pertinentes para o acompanhamento da fábrica, explicitando a situação da produção e suas restrições. Como este *feedback*, a empresa tem condições de tomar decisões sobre o processo produtivo e corrigir desvios, se necessário.

Com os dados obtidos é possível considerar que o MES na produção de ração animal:

- Permite o monitoramento da produção em tempo real;
- Gerenciamento de alarmes indicando erros na produção;
- Possui coleta de dados por meio de interfaces no processo.

5.4. GERENCIAMENTO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO

Nesta funcionalidade pode-se destacar o sistema de gerenciamento de ordens de produção que o MES executa na empresa. Todas as ordens de produção são geradas no ERP que está integrado com o MES. Após essa ordem de produção (OP) ser tratada pelo ERP, por exemplo, verificando se a quantidade de matérias-primas existentes no estoque atende a demanda da OP, a mesma é enviada para o MES onde desmembra os processos e consequentemente envia as informações para o PLC de automação da fábrica para executar os processamentos.

Com este gerenciamento, a empresa estima que reduziu em 80% o tempo de distribuição e inicialização das ordens de produção, comparado com a alternativa de cadastramento manualmente das ordens de produção geradas no ERP diretamente no sistema de automação. Este fato esclarece o posicionamento estratégico e intermediário do MES em relação ao ERP e a operação da fábrica.

Além das mudanças já relatadas anteriormente referentes ao gerenciamento das ordens de produção, o processo de integração entre o MES e o ERP reduziu em 40% o tempo de inventário. Conforme as dosagens das matérias-primas acontecem o MES automaticamente providencia a baixa da quantidade dosada de cada matéria-prima em estoque, mantendo atualizadas as posições de estoque acessadas via ERP.

Com os dados obtidos é possível considerar que o MES na produção de ração animal:

- Distribui, inicializa e controla a execução das ordens de produção geradas pelo ERP;
- Melhora o giro de estoque.

5.5. GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO

O sistema MES permite o monitoramento do tempo de parada da fábrica por problemas de automação, parte elétrica e parte mecânica. Através do relatório de paradas de fábrica, o setor de Manutenção gera uma planilha manualmente indicando os pontos mais críticos da produção e montam planos de ação para atuação sobre os problemas. A empresa estima que a utilização do MES no gerenciamento da manutenção já reduziu as paradas da fábrica por intervenções de manutenção em 10%, se comparado com o período anterior a implementação do sistema.

Com os dados obtidos é possível considerar que o MES na produção de ração animal:

- Auxilia na gestão dos eventos de manutenção por manter um histórico das ocorrências;
- Facilita o planejamento de manutenções preventivas;
- Melhora a eficiência das máquinas, pois fornece dados que sustentam ações de melhorias.

5.6. CONTROLE DE DOCUMENTOS

O controle de documentos que o MES disponibiliza é o controle de versões das formulações das rações. Todas as receitas geradas pelo setor de Laboratório são controladas por versões, aumentando a garantia da informação na OP.

Com os dados obtidos é possível considerar que o MES na produção de ração animal:

- Permite o controle das versões de documentos (formulações) para OP;
- Elimina documentos em papel e sistemas manuais de troca de informação.

5.7. ANÁLISE DE DESEMPENHO

A análise de desempenho é realizada através de relatório gerado pelo MES. Nele são apresentadas todas as OPs programadas para o dia, quantidade por bateladas previstas e realizadas para cada OP, a quantidade em peso previsto e realizado de cada produto por batelada, além dos desvios encontrados.

Este relatório pode ser filtrado por data e hora ou por OP. Com esses dados a empresa gera manualmente um gráfico gerencial de acompanhamento mensal da produção. Outro gráfico gerencial gerado manualmente a partir dos dados levantados é o de produção anual versus faturamento bruto.

Com os dados obtidos é possível considerar que o MES na produção de ração animal:

- Melhora a análise de desempenho da produção a partir da disponibilidade de dados sobre o resultado das OPs.

5.8. GERENCIAMENTO DO TRABALHO

Para o gerenciamento da mão de obra o sistema MES permite o cadastramento de todos os usuários gerando um *login* e senha específico para cada pessoa com acesso ao sistema. Com isso, o MES registra o *login* do operador responsável pela execução da OP em processo e disponibiliza em relatórios essa informação.

Com os dados obtidos é possível considerar que o MES na produção de ração animal:

- Permite rastrear o operador responsável pela execução da OP.

5.9. RASTREABILIDADE E GENEALOGIA

A rastreabilidade da produção de rações se dá através da integração dos sistemas ERP e MES. As ordens de carregamento de insumos são importadas do ERP, contendo informações sobre o material, sua origem ou fornecedor e o número de lote - atribuído pelo sistema ou atribuído pelo fornecedor. Já no MES, os lotes são vinculados a uma batelada, que por sua vez é vinculada a ordens de expedição. Atribuídas estas marcações no banco de dados, o sistema de automação da fábrica passa a manipular, registrar o armazenamento e o consumo destas matérias-primas. Assim, o MES tem condições de acompanhá-las até a expedição, quando é atribuído um número de ordem de expedição ou lotes de produto acabado. Garante ainda rastreabilidade completa sobre as etapas de processamento, possibilitando análise de em quais máquinas o produto final foi processado e quais operadores executaram a OP. Por fim, emitem-se notas fiscais com estes identificadores, permitindo através dos mesmos o rastreamento desejado.

Com os dados obtidos é possível considerar que o MES na produção de ração animal:

- Permite rastreabilidade das matérias-primas utilizadas no produto;
- Permite rastreabilidade das etapas produtivas executadas;
- Permite rastreabilidade dos operadores envolvidos na produção.

5.10. AQUISIÇÃO E ARMAZENAMENTO DE DADOS

Para a armazenagem de dados a empresa possui um banco de dados SQL Server (*Structured Query Language*). Neste banco são registrados todos os dados pertinentes ao processo produtivo e ainda permite a geração de relatórios com informações atuais e necessárias para o gerenciamento da produção.

Com os dados obtidos é possível considerar que o MES na produção de ração animal:

- Permite o armazenamento de dados reais e atuais em banco de dados, suportando tomadas de decisão rápidas;
- Disponibiliza relatórios para todos os níveis de usuários.

5.11. GERENCIAMENTO DE RECURSOS

Com o MES os recursos produtivos são gerenciados em tempo real, levando ainda a construção de seus históricos em banco de dados para futuras consultas.

Com os dados obtidos é possível considerar que o MES na produção de ração animal:

- Permite em tempo real a visualização da situação dos recursos produtivos;
- Disponibiliza dados para construção de histórico dos recursos produtivos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No trabalho foi analisado os impactos do MES sobre a gestão da produção de ração animal. Foram evidenciadas funcionalidades do MES em operação na agroindústria, ampliando o entendimento do tema e de potenciais práticas gerenciais no contexto nacional do agronegócio.

O estudo de caso na fabricação de ração traz indícios de que o MES pode melhorar o desempenho do negócio na agroindústria por meio da redução do tempo de ciclo, redução de documentos físicos, melhoria da qualidade dos produtos, melhoria do processo de planejamento, programação e controle da produção, melhoria na comunicação entre a Produção e o PPCP. A estrutura para obtenção dos benefícios está centrada no suporte digital a decisões e controle do processo produtivo alinhado a democratização da informação. A base está na coleta e tratamento de dados úteis, atuais e confiáveis, diretamente da operação, sobre a realidade do ambiente de fabricação.

O projeto MES investigado é considerado uma iniciativa recente na empresa. O Módulo de Produção, o Módulo de Pesagem Assistida e o Módulo de Interação com o ERP foram os escolhidos para a fase de implantação. É esperado um processo de amadurecimento da gestão e operação com o uso do MES, onde novas necessidades e pacotes de soluções serão combinados e customizados. O estágio da empresa nessa trajetória de digitalização explica em partes o conjunto de benefícios já alcançados e os ainda não explicitamente verificados, como a valorização do trabalho do pessoal de operação, a consolidação do atendimento ao cliente, a gestão eficiente dos recursos produtivos e dos produtos, a eliminação plena de perdas ao longo de todo o fluxo de produção e a redução dos custos operacionais (D'ANTONIO; BEDOLLA; CHIABERT, 2017; JASKÓ *et al.*, 2020; MANTRAVADI; MØLLER, 2019; NEUHAUS; DA SILVA; PACHECO, 2014).

Existem evidências que o MES em um projeto de transformação digital pode contribuir para as organizações da agroindústria. Mas os achados de pesquisa ainda são limitados. Novas frentes de estudos precisam validar e ampliar os resultados encontrados. Assim como, implementar um sistema ERP requer um nível significativo de recursos, comprometimento e mudanças em toda a organização (MOON, 2007; SILVA JUNIOR; DA SILVA, 2014), aqui não foram explorados os enfrentamentos de uma implementação (BALASHOV *et al.*, 2018), a capacitação técnica e o investimento financeiro (CHEN; NOPHUT; VOIGT, 2020), a segurança da informação e a rotina de análise dos dados (MANTRAVADI; MØLLER, 2019) com o MES. Além da confirmação das proposições enunciadas, as lacunas citadas servem como caminhos para futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS

- [1] ANSELMO, Rodrigo Bergmann et al. Avanço de desempenho produtivo com a implementação do trabalho padronizado em uma célula de manufatura. TECNO-LÓGICA, v. 24, p. 289–299, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v2i0.15623>
- [2] BALASHOV, Victor M. et al. Improvement of operational management of innovative production processes based on the implementation of MES. Problems and Perspectives in Management, v. 16, n. 4, p. 1–12, 2018. Disponível em: [https://doi.org/10.21511/ppm.16\(4\).2018.01](https://doi.org/10.21511/ppm.16(4).2018.01)
- [3] CAMARGO, Alan de Oliveira; DA SILVA, Macáliston Gonçalves; SIMÕES, Wagner Lourenzi. Contribuições de um evento kaizen para a produção de painéis eletrônicos automotivos: um estudo de caso. Brazilian Journal of Production Engineering, v. 4, n. 4, p. 24–43, 2018. Disponível em: http://www.periodicos.ufes.br/BJPE/article/view/V04N04_02
- [4] CHEN, Xinyu; NOPHUT, Christoph; VOIGT, Tobias. Manufacturing execution systems for the food and beverage industry: A model-driven approach. Electronics (Switzerland), v. 9, p. 2040, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/electronics9122040>
- [5] CHOI, Byoung K.; KIM, Byung H. MES (manufacturing execution system) architecture for FMS compatible to ERP (enterprise planning system). International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09511920110059106>
- [6] CNA. Panorama do Agro. 2021. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro>. Acesso em: 22 dez. 2021.
- [7] COTTYN, J. et al. A method to align a manufacturing execution system with Lean objectives. International Journal of Production Research, v. 49, n. 14, p. 4397–4413, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2010.548409>
- [8] D'ANTONIO, Gianluca; BEDOLLA, Joel Sauza; CHIABERT, Paolo. A novel methodology to integrate Manufacturing Execution Systems with the lean manufacturing approach. Procedia Manufacturing, v. 11, p. 2243–2251, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.372>
- [9] DE MASSIS, Alfredo; KOTLAR, Josip. The case study method in family business research: Guidelines for qualitative scholarship. Journal of Family Business Strategy, v. 5, n. 1, p. 15–29, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfbs.2014.01.007>
- [10] EMBRAPA. Agroindústria. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/agroindustria>. Acesso em: 22 dez. 2021.
- [11] FAVRO, Jackeline; ALVES, Alexandre Florindo. Efeitos locais dos determinantes do crescimento da agroindústria no Brasil. Estudios Económicos, v. 38, n. 76, p. 223–257, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.52292/j.estudecon.2021.1880>
- [12] FEED&FOOD. Cresce produção de ração no Brasil. 2021. Disponível em: <https://feedfood.com.br/cresce-producao-de-racao-no-brasil/>. Acesso em: 23 dez. 2021.
- [13] FELSBERGER, Andreas et al. The impact of Industry 4.0 on the reconciliation of dynamic capabilities: evidence from the European manufacturing industries. Production Planning and Control, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1810765>
- [14] FILASSI, Monique et al. Analyzing complexities in the Brazilian soybean supply chain: a systems thinking and modeling approach. RAUSP Management Journal, v. ahead-of-p, n. ahead-of-print, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/rausp-03-2021-0053>
- [15] GLOVER, Wiljeana J. et al. Characteristics of established kaizen event programs: An empirical study. International Journal of Operations and Production Management, v. 33, n. 9, p. 1166–1201, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2011-0119>
- [16] JASKÓ, Szilárd et al. Development of manufacturing execution systems in accordance with Industry 4.0 requirements: A review of standard- and ontology-based methodologies and tools. Computers in Industry, v. 123, p. 103300, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103300>
- [17] JOAQUIM, Ricardo Cezar. Novas tecnologias para comunicação entre o chão de fábrica e o sistema corporativo. 77 f. 2006. - Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.18.2006.tde-26112006-232833>
- [18] KLETTI, Jürgen. Manufacturing execution system - MES. Berlin: Springer, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-49744-8>
- [19] MANTRAVADI, Soujanya; MØLLER, Charles. An overview of next-generation manufacturing execution systems: How important is MES for industry 4.0? Procedia Manufacturing, v. 30, p. 588–595, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.083>

- [20] MARTINEZ, Edwin Mauricio et al. Automation pyramid as constructor for a complete digital twin, case study: A didactic manufacturing system. *Sensors*, v. 21, p. 4656, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s21144656>
- [21] MESA. MES Explained : A High Level Vision. 1997a.
- [22] MESA. The Benfetis of MES: A Report from the Field. 1997b.
- [23] MEYER, Heiko; FUCHS, Franz; THIEL, Klaus. Manufacturing Execution Systems (MES): Optimal Design, Planning, and Deployment. New York: McGraw-Hill Companies, 2009. ISSN 2236-269X.
- [24] MOON, Young B. Enterprise Resource Planning (ERP): a review of the literature. *International Journal of Management and Enterprise Development*, v. 4, n. 3, p. 235–264, 2007.
- [25] NEGRI, Elisa et al. MES-integrated digital twin frameworks. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 56, p. 58–71, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.05.007>
- [26] NEUHAUS, Cristian Andrei; DA SILVA, Macáliston Gonçalves; PACHECO, Diego Augusto de Jesus. Implicações de manufacturing execution systems na gestão da qualidade industrial. *Revista GEINTEC*, v. 4, n. 5, p. 1489–1500, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.7198/s2237-0722201400050016>
- [27] RICKY, Christian; KADONO, Yasuo. A Case Study of E-Kanban Implementation in Indonesian Automotive Manufacture. In: , 2020. 2020 8th International Conference on Cyber and IT Service Management, CITSM 2020. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/CITSM50537.2020.9268867>
- [28] SCHEIDGEN, Katharina et al. Crises and entrepreneurial opportunities: Digital social innovation in response to physical distancing. *Journal of Business Venturing Insights*, v. 15, p. e00222, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2020.e00222>
- [29] SILVA JUNIOR, Robson Ferreira da; DA SILVA, Macáliston Gonçalves. Implicações a partir da implementação do erp em uma empresa do setor EPC (Engineering, Procurement and Construction). *Espacios*, v. 35, n. 11, p. 19, 2014. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a14v35n11/14351119.html>
- [30] SINDIRACÕES. Boletim Informativo do Setor (Dezembro). 2021. Disponível em: https://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2021/12/boletim_informativo_do_setor_dez_2021_vs_final_port_sindiracoes.pdf.
- [31] WANG, Chuang et al. RFID Based manufacturing process of cloud MES. *Future Internet*, v. 10, n. 11, p. 104, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/fi10110104>
- [32] YIN, Robert K. Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. 5 ed.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

Capítulo 7

Estudo comparativo de custos e tempo das operações agrícolas manuais 2019-2020 e semimecanizadas 2020-2021 do café de montanha

Marina Pimenta Freitas

Emerson José de Paiva

Henrique Duarte Carvalho

Yuri Clements Daglia Calil

Resumo: A escassez e o elevado custo de mão de obra é um dos principais problemas enfrentados na cafeicultura. Este trabalho tem como objetivo comparar, por hectare, os custos e o tempo de operações agrícolas em sistemas manuais e semi mecanizados na produção de café de montanha. Os dados foram coletados em uma propriedade rural no município de Manhuaçu, Minas Gerais, em uma área a qual o micro-terraceamento já está implantado. O estudo comparou dados referentes ao manejo manual nos anos de 2019/2020 e do manejo semimecanizado nos anos de 2020/2021. Os sistemas avaliados foram a calagem, a roçagem, pulverização e adubação. Com a análise dos dados de custos e tempo, constatou-se que os procedimentos semi mecanizados possuem maior custo, contudo os métodos manuais demandam mais tempo.

Palavras-Chave: Café de montanha; Micro-terraceamento; Implemento agrícolas.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura representa um setor dinâmico que necessita da adoção de inovações e mudanças tecnológicas, normalmente provindas da gestão aplicada nas propriedades rurais. A capacitação do produtor e demais agentes da cadeia de valor para a gestão, vem conduzindo o emprego das competências essenciais e, não apenas, a excelência em controles de insumos, tecnologias e inovações aplicados à produção nas fazendas (VIAN, 1997).

Conforme Schumpeter (1982), uma cadeia de produção integra uma união de forças materiais provindas da terra e do trabalho e outras tantas forças imateriais, que engloba os procedimentos organizacionais e do meio ambiente sócio cultural. Essa perspectiva é estritamente do ponto de vista econômico, já que o meio ambiente está sendo reconhecido recentemente na agricultura como um agente de regras à produção e gestão.

Ainda acompanhando a linha de pensamento de Schumpeter (1982), é essencial o surgimento de inovações do ponto de vista econômico, para que seja possível alterar as condições prévias de equilíbrio. A atitude empreendedora do negócio, com a inserção e desenvolvimento das inovações organizacionais e tecnológicas, baseia-se na ferramenta fundamental para as mudanças econômicas e para o desenvolvimento e manutenção em longo prazo das empresas.

Dessa forma, tornou-se essencial a adaptação e renovação da atuação organizacional das empresas para o século XXI. O ramo agrícola está prosseguindo para o caminho do processamento e distribuição da informação, além da gestão do conhecimento, por toda a cadeia de valor do agrossistema.

A cafeicultura possui indispensável valor para o desenvolvimento do Brasil, em especial para a economia, gerando empregos e distribuição de renda. É uma atividade de grande relevância devido à capacidade de atuar em diversos setores, desde o cultivo até o beneficiamento e comercialização de produtos (SOUZA *et al.*, 2012).

Porém, vale salientar que, apesar da riqueza gerada pela produção do café, trata-se de uma cultura relacionada a tratos culturais, motivos fisiológicos e ambientais, tornando uma atividade de alto risco. Os aspectos que influenciam a cafeicultura podem ser divididos em: controláveis e incontroláveis (FEHR *et al.*, 2012). Os elementos incontroláveis afetam a lavoura e a volatilidade do mercado, como as pragas, o clima e a economia, ao mesmo tempo que os fatores controláveis são os recursos de produção (ALMEIDA *et al.*, 2011).

Representando 74,02% da produção nacional, a principal espécie de café cultivada no Brasil é a arábica. As áreas cafeeiras estão concentradas no Sudeste do país, destacando-se três estados como grandes produtores: São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais, sendo esse último, o maior produtor da variedade, com mais da metade da produção total. Entre 2003 e 2017, o estado foi responsável por, em média, 69% do total de café arábica produzido no Brasil (CONAB, 2018).

Paula (2006) ressalta o valor histórico do café para o estado, afirmado que existe um vínculo direto entre o crescimento da cafeicultura em Minas Gerais e o processo de formação e identidade regional do estado. O território mineiro é dividido em quatro regiões cafeeiras com características e histórias distintas: Sul de Minas, Cerrado Mineiro, Matas de Minas e Chapadas de Minas.

A Região das Matas de Minas está entre as divisas com o Espírito Santo e Rio de Janeiro, é composta por 61 municípios, localizados em parte da Zona da Mata Mineira e do Vale do Rio Doce. Chamada como “Região de Montanha” por seu relevo muito acidentado, possuindo grande densidade de trabalho humano nas operações de cultivo, em virtude da impraticabilidade topográfica em desenvolver agricultura mais mecanizada (VILELA; RUFINO, 2010).

A cafeicultura de montanha se concentra em pequenas propriedades, dispõe de muitos fatores favoráveis, como boa infraestrutura, boa condição climática e física do solo, além da tradição com a cultura (MATIELLO *et al.*, 2020). Os autores ressaltam a desvantagem relacionada à topografia da região, que ocasiona o manejo predominantemente manual, encarecendo os custos por demandar mais mão-de-obra.

A cafeicultura tradicional de montanha, por seus custos relacionados ao manejo manual, disputa o desafio de se sustentar competitiva frente à cafeicultura de áreas planas, nas quais as atividades são mecanizadas. Uma maneira para diminuir os tratos da lavoura de montanha, obtendo-se melhor rendimento operacional dos trabalhadores, consiste na introdução da mecanização, através da estratégia de preparo de micro-terras. Nas áreas de cafezais, as plantas permanecem no solo inclinado, porém ocorre a adaptação do terreno para a entrada de máquinas, através do terraceamento das ruas, ficando apenas com uma ligeira inclinação contrária ao declive natural da montanha.

Neste contexto, destaca-se a ausência de estudos que comparam os custos de produção do café de montanha manual e semimecanizado, uma vez que a mecanização é um processo relativamente novo na região. O aumento da produtividade e a redução de custos é um dos principais objetivos de qualquer processo produtivo. A dificuldade de amparar a competitividade dos custos de produção com as lavouras de áreas planas, justifica a investigação mais criteriosa sobre a implementação de sistemas mecanizados em cafés de montanha. Essas regiões, por suas limitações naturais de relevo e edafoclimáticas, ou seja, fatores como o clima, a temperatura, a umidade do ar, tipo de solo e precipitação, necessita de alternativas para se manterem produtivas e rentáveis.

Nesse sentido essa pesquisa teve como problema comparar os custos e tempo das operações agrícolas na cultura do café arábica, na região das Matas de Minas e da cafeicultura de montanha. O estudo também se restringirá à avaliação dos custos de substituição do manejo de produção, não considerando os impactos sociais dessa substituição e nem os dados relativos à colheita e pós-colheita, nem a quantidade e valores de insumos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir, serão apresentados os conceitos que fundamentam a pesquisa, assim como os assuntos relacionados à elaboração deste trabalho que permite a compreensão dos preceitos, manejo e custos sobre a cultura do café, com foco na cafeicultura de montanha.

2.1. A CAFEICULTURA BRASILEIRA

O café faz parte do gênero *Coffea* da família *Rubiaceae* e, no meio das várias espécies existentes, as predominantes do ponto de vista agro econômico são a *Coffea arabica* (café arábica) e a *Coffea canephora* (café robusta). Produto eminente do agronegócio e da lista de exportação do Brasil, o café possui lugar histórico no desenvolvimento do país, além da bebida possuir sabor e aroma que conferem grande receptividade a este produto, cujo consumo fez-se um hábito mundial (BLISKA *et al.*, 2009).

Como resultado da sua rápida ambientação às condições climáticas do Brasil, a produção de café é empreendida em 15 regiões, produzindo variedades de cafés de norte a sul do país (MAPA, 2014). De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2018), na safra de 2017/2018, foram cerca de 2.202.626,9 milhões hectares de área plantada de café, dentre elas, 286.482,1 mil hectares em formação e 1.916.144,8 milhões hectares em produção. As regiões produtoras com maior relevância são, historicamente, Minas Gerais (30.632,9 mil sacas), Espírito Santo (13.333,0 mil sacas), São Paulo (6.153,4 mil sacas), Bahia (4.221,0 mil sacas) e Rondônia (2.403,6 mil sacas).

Matiello *et al.* (2020, p.9) afirmam que as lavouras cafeeiras se classificam em regiões homogêneas que possuem áreas vizinhas de diferentes estados. Essas regiões específicas podem ser agrupadas em 5 padrões típicos, sendo: a) a cafeicultura das zonas montanhosas; b) a dos cerrados; c) a de robusta; d) a do Nordeste; e) a tradicional das regiões planas e zonas de arenito. Os autores destacam uma 6^a região, um modelo novo de cafeicultura, que vem surgindo, também, em zonas quentes.

2.1.1. CAFEICULTURA DE MONTANHA

A cafeicultura de montanha de café arábica abrange, nos dias de hoje no país, uma área de cerca de 550 mil hectares, com maior dimensão na Zona da Mata de Minas (323 mil ha) e no Espírito Santo (171 mil ha) com áreas menores na região vizinha, além do Rio de Janeiro e também em áreas próximas, no Sul de Minas e São Paulo (MATIELLO; PAIVA, 2020).

Este modelo de cafeicultura, da qual a topografia dos terrenos é declivosa, é a mais relevante sobre o aspecto do desenvolvimento econômico e social das regiões onde o café é cultivado (MATIELLO; PAIVA, 2020). Está concentrada em pequenas propriedades, tendo em média 10 hectares de lavoura por propriedade, onde o café ocupa cerca de 20% dessas áreas, mas representa mais de 70% da renda bruta das propriedades (MATIELLO *et al.*, 2020).

O relevo acidentado, como é representado na figura 1, e as características edafoclimáticas, como o solo e clima, podem dificultar o gerenciamento adequado da lavoura e causar desuniformidade no manejo, tratos culturais entre os talhões, no estande, nas demandas hídricas-nutricionais e até entre plantas vizinhas, afetando diretamente o potencial produtivo.

Figura 1: Relevo acidentado na região dos cafés de montanha

Fonte: Autores

De acordo com Matiello e Paiva (2020, p. 73) a dificuldade dos tratos mecanizáveis devido ao terreno, favorece o emprego de mais mão de obra, além da existência de pequenas propriedades de gestão familiar, constituindo uma forma adequada de distribuição de renda. Os autores também afirmam ser difícil promover outros cultivos competitivos, tornando o café fonte essencial.

Os fatores de competição positivos ressaltados por Matiello *et al.* (2020 p.9) são a ausência de geadas, chuvas mais regulares, solos com boa física, tradição, boa estrutura para a cultura e lavouras adensadas. Por outro lado, a dificuldade de mecanização, dos tratos e na colheita, necessidade de maior uso de mão-de-obra e umidade, são pontos negativos (MATIELLO *et al.*, 2020).

2.2. SISTEMAS DE MANEJO NA CULTURA DO CAFÉ

Existem vários procedimentos adotados no cultivo do café. A adubação e calagem, o controle de pragas, doenças e do mato, a irrigação, as podas e a colheita/preparo são consideradas práticas prioritárias para alcançar bons níveis de produtividade nos cafezais (MATIELLO *et al.*, 2020).

O manejo compreende 12 práticas culturais, divididas em 2 tipos: as rotineiras, feitas usualmente por todos os produtores, e as eventuais, realizadas em níveis, modos e épocas diferenciadas entre os produtores. O Quadro 1 mostra a programação anual do manejo de café, contudo pode variar de acordo com a região.

Quadro 1 - Programação anual da cultura do café

ATIVIDADES	MESES DO ANO											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
PLANTIO												
ADUBAÇÃO FOLIAR												
ADUBAÇÃO VIA SOLO												
MANEJO DO MATO												
DESBROTA												
CULTURA INTERCALAR												
ANÁLISE DE SOLO												
ANÁLISE FOLIAR												
PRODUÇÃO DE MUDAS												
CALAGEM E GESSAGEM												
PODAS												
COLHEITA												
CONTROLE FERRUGEM												
CONTROLE CERCOSPORIOSE												
CONTROLE BROCA												
CONTROLE BICHO MINEIRO												
CONTROLE CIGARRA												
PREPARO DO SOLO												

Fonte: Adaptado de Portal do Cafeicultor, 2020.

De acordo com Matiello *et al.* (2020, p.219), as práticas rotineiras, usadas no manejo dos cafezais, são o controle do mato, a arruação/esparramação, e a colheita/preparo. Os autores também ressaltam as técnicas consideradas eventuais, como a adubação e calagem, o controle de pragas e doenças, o controle de erosão, as podas, a irrigação, o plantio/repovoamento, a proteção contra ventos e geadas, a subsolagem e a combinação de cultivos.

Os sistemas de produção influenciam no rendimento e faturamento de cada propriedade. Pode-se mencionar os meios adensados, semi-adensados e em renque, sendo que um sistema não exclui o outro. Essas técnicas colaboram para o aumento da produtividade por área do cafezal, observado mundialmente em outras culturas, e têm como objetivo beneficiar-se de forma mais adequada de acordo com o solo e ter maior retorno financeiro por hectare.

Nos métodos de adensamento e semi-adensamento, os espaçamentos são menores e é possível plantar mais pés de café por hectare, resultando de quatro a dez mil plantas por hectare (VASCONCELOS *et al.*, 2009). O sistema adensado é mais benéfico em lugares onde a mecanização seja difícil, o que acarreta uma maior demanda de mão de obra em consequência da limitação da mecanização (ORMOND *et al.*, 1999). Além disso, a necessidade de tratos culturais e fitossanitários também aumenta, quanto maior a densidade das áreas.

O método em renque emprega apenas uma muda por cova, sendo adequado para relevos adequados a mecanização, reduzindo os custos. Os autores, Ormond *et al.* (1999), explicam que tal sistema emprega um espaçamento de três a quatro metros entre as fileiras, e a distância entre as mudas é de 0,5 a um metro, o que permite um plantio de cinco mil a sete mil plantas por hectare.

Pode-se afirmar que a maneira como o plantio e a colheita são conduzidos atua nas variáveis de custos e, portanto, na lucratividade do cafeicultor. Dessa forma, é necessária uma avaliação sobre o tipo da lavoura, incluindo o clima, terreno e variedade do café, para definir qual ou quais sistemas fazem mais sentido para o produtor, buscando maior rentabilidade e qualidade.

A mecanização nas lavouras cafeeiras de Minas Gerais, começou com maior força na região do Cerrado, em virtude dos relevos mais planos e objetivando a redução dos custos de produção (FERNANDES *et al.*, 2012). A redução na disponibilidade da mão de obra devido a diminuição da população rural está comprometendo os lucros da atividade cafeeira, motivando o aumento da mecanização das lavouras de café (SILVA *et al.*, 2013; LANNA; REIS, 2012).

O manejo mecanizado mostra-se fundamental para o aumento do desempenho operacional e ainda por proporcionar uma otimização do fornecimento de nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas e consequentemente aumentando a produtividade da cultura (FERNANDES; SANTINATO; SANTINATO, 2012).

Segundo MOLIN *et al.* (2010), o café é um dos poucos produtos agrícolas em que o preço é baseado em parâmetros qualitativos e seu valor sofre variações significativas conforme sua qualidade aumenta. A globalização da economia e a competitividade econômica dos produtos agrícolas, gerou a necessidade de se alcançar níveis internacionais de qualidade da produção (SILVA *et al.*, 2008). Considerando a necessidade por melhorias qualitativas e quantitativas na produção cafeeira, novos métodos para aumentar a eficiência deste sistema de produção devem ser elaborados e novas técnicas de manejo devem ser utilizadas (LIMA *et al.*, 2013).

2.1.2. INSUMOS AGRÍCOLAS

A Revolução Verde, na década de 1960, trouxe a concepção de adaptar plantas de clima temperado às regiões tropicais e subtropicais (MOREIRA, 2002). Ocasionando em profundas mudanças no processo tradicional de trabalho na agricultura a partir do emprego de insumos industrializados, irrigação e mecanização agrícola. Com o intuito de controlar doenças, aumentar a produtividade e proteção contra insetos e pragas, as novas tecnologias trouxeram impactos sobre o ambiente e a saúde humana (OLIVEIRA, 2005).

A adubação e usos de defensivos agrícolas está associada diretamente com a produtividade, visto que as dosagens de fertilizantes são empregues de acordo com o resultado da análise do solo (MOTOMIYA *et al.*, 2009), realizadas periodicamente. Independente da cultura, o objetivo é disponibilizar à planta desenvolvimento adequado, além do alcance da produtividade esperada. A utilização em excesso de adubo gera impacto ambiental, perdas para o sistema e maior gasto, contudo o déficit causa menor evolução da planta e também reduz a produtividade (MILAN; GADANHA, 1996).

Adubo ou fertilizante são estabelecidos como produto de origem mineral ou orgânica, que disponibiliza para a planta um ou mais nutrientes para o seu crescimento, que pode ser utilizado em estado gasoso, sólido ou líquido. De modo que deposições adequadas dos produtos influenciam diretamente na produtividade (MILAN; GADANHA, 1996). Assim, a maior parte das culturas precisam de uma ou mais adubações de cobertura, por causa das exigências nutricionais de cada solo e planta.

A utilização dos fertilizantes pode ocorrer através dos equipamentos agrícolas e também do trabalho manual, que muitas vezes é inadequada, devido à falta de precisão do funcionário, desconhecimento da caracterização dos fertilizantes, entre outros fatores, de forma que esta distribuição incorreta pode afetar a produtividade (BAIO, e al., 2012).

No entanto, traz as comunidades rurais a um grupo de riscos ainda desconhecido, causado devido à utilização intensiva de substâncias químicas perigosas e acentuado por uma série de determinantes de ordem social (MOREIRA, 2002).

2.3. CLASSIFICAÇÃO DE CUSTOS

Custos caracterizam os investimentos exigidos para a produção de um bem ou serviço. Estes valores são derivados a partir dos fatores de produção que serão consumidos e transformados em um novo produto (MAHER, 2001; MARTINS, 2006).

Os custos de produção são classificados como parâmetros essenciais na determinação da competitividade. Os dados sobre os custos são importantes para auxiliar a decisão dentro do empreendimento, seja ele qual for, principalmente nesse momento de desenvolvimento e complexidade das organizações (MARTINS, 2003; BRUNI; FAMÁ, 2007; LEONE, 2008).

A compreensão do sistema de custos das organizações contribui para a tomada de decisões, a análise da disponibilidade da oferta de produtos e a alocação dos recursos produtivos de forma otimizada e racional. Desta forma, de acordo com Martins (2003), esta base auxilia para o desempenho e continuidade das organizações.

No processo produtivo de uma empresa, são empregados diferentes bens e serviços como matéria-prima, insumos, tecnologias, materiais auxiliares e mão-de-obra compõem os custos de produção de um produto. A avaliação dos custos abrange etapas sucessivas, quando os custos são primeiramente acumulados, depois, classificados e, finalmente, atribuídos aos produtos. Os meios de acumulação de custos associam-se com o processo produtivo, sendo eles: sistema de acumulação por ordem e por processos.

O sistema de acumulação de custos por ordem ocorre quando cada elemento do custo é acumulado segundo ordens específicas de produção referentes a um determinado produto ou lote de produtos (BRUNI; FAMÁ, 2007). Padoveze (2007) concorda que é aplicável a empresas nas quais a produção é diferenciada, não padronizada ou não repetitiva, inviabilizando o sequenciamento de processos produtivos.

A adoção do sistema de acumulação por processos é a mais usada, invariavelmente, na contabilização dos custos de uma produção em massa. (MARTINS, 2003; BRUNI; FAMÁ, 2007). É possível afirmar, ainda, que é admissível acoplar as duas formas de acumulação, o sistema híbrido ou por operações (PADOVEZE, 2007).

Martins (2003) estabelece o custo como o investimento referente a bens e serviços necessários para a geração de outros bens e serviços. Os custos podem ser classificados sob diversos aspectos, sendo mais relevantes as classificações quanto a sua aplicabilidade (diretos e indiretos) e variabilidade (variáveis e fixos) (PADOVEZE, 2007).

A primeira classificação aborda a aplicabilidade, ou seja, à forma de associação dos custos aos produtos. Os custos diretos são capazes de ser objetivamente alocados aos produtos, já a distribuição dos custos indiretos é de maneira estimada e arbitrária, ou seja, sujeita-se de algum critério para serem designados aos produtos (MARTINS, 2003).

A segunda classificação refere-se à variabilidade, isto é, o comportamento dos custos em relação ao volume produzido. A identificação dos custos de produção em variáveis ou fixos é considerada a mais importante (MARTINS, 2003). Custos variáveis modificam-se em razão do volume produzido, ou seja, é fixo por unidade e os fixos mantêm-se constantes, dentro de intervalos relevantes de produção, seja qual for o nível de atividade (MARTINS, 2003; BRUNI; FAMÁ, 2007; PADOVEZE, 2007).

2.3.1. CUSTOS DA PRODUÇÃO NO CAFÉ

A variabilidade do custo do café sujeita-se muito à região produtora, do tipo da lavoura, da quantidade de insumos utilizados, do grau de mecanização e, também, do adensamento da lavoura. Desta forma, é fundamental analisar se os mecanismos empregados no processo produtivo estão gerando rentabilidade, de forma que o gerenciamento ofereça ao gestor informações que auxiliem na tomada de decisão (FEHR *et al.*, 2012).

A cafeicultura, de acordo com Costa e Teixeira (2001), trata-se de um ciclo perene, em que acontece a condição bienal, além de diversos sistemas produtivos, ocasionando em expressivos investimentos na implantação, condução e pós-colheita. Esses fatores são essenciais para compreensão dos custos de produção do produto e influenciam no maior rigor na análise e interpretação dos resultados.

O setor da cafeicultura possui elevado índice de risco nas operações, uma vez que a lavoura sofre a influência de fatores externos que não estão no controle do produtor. Contudo, tal problema, faz com que a avaliação dos custos seja necessária para melhorar os resultados e o desenvolvimento das atividades operacionais (DUARTE; TAVARES; REIS, 2010). Facilitando a escolha e adoção de alternativas mais econômicas e que possuem melhor custo e benefício.

Almeida *et al.* (2012) afirma que o emprego de mecanismos na cafeicultura origina-se em custos, os quais necessitam ser recuperados através do aproveitamento das atividades exercidas nas propriedades. O controle de custos estabelece ferramentas essenciais para a administração e tomada de decisão em qualquer área de negócio, em especial na agricultura, devido a suas particularidades frente a qualquer outro empreendimento, seja em termos de seus custos e receitas, do fator tempo entre produção e venda e dependência do mercado (ANDRADE *et al.*, 2012).

De acordo com Venturelli *et al.* (2016), um fator importante a ser analisado quanto aos custos de produção atribui-se ao nível de tecnologia de mecanização empregado por alguns empreendimentos, uma vez que essa não é a realidade de todos os produtores, como por exemplo os pequenos, médios e familiares, nos quais as atividades são executadas de maneira mais manual. Duarte *et al.* (2011) reforçam que é relevante entender tais fatos para que os cafeicultores consigam gerir melhor a produção e, assim, conquistar um resultado mais eficaz.

A colheita é o processo mais oneroso da cafeicultura, representa entre 30% e 40% dos custos totais de produção (MATIELLO *et. al.*, 2020). Podendo variar de acordo com o sistema de manejo empregado, dependendo da topografia da região e da disponibilidade de mão de obra (SIMÕES; PELEGRIINI, 2010). É possível realizá-la por quatro sistemas distintos, sendo estes o manual, o semimecanizado, o mecanizado e o super mecanizado.

O manual é o método convencional e o mais empregado, em que os diversos procedimentos da colheita são realizados por meio do trabalho braçal. O sistema semimecanizado constitui-se na utilização congruente do trabalho braçal e de máquinas para realização das operações de colheita (SILVA *et al.*, 2013).

O mecanizado utiliza máquinas colhedoras que, simultaneamente, realizam todas as operações do processo, como derriça, recolhimento, abanação e ensaque ou armazenamento a granel do café colhido. Contudo, esse sistema restringe-se às terras com relevos favoráveis e não anula totalmente o uso de mão de obra (SILVA *et al.*, 2013).

Já no sistema super mecanizado todos os processos da colheita são realizados mecanicamente, ou seja, sem necessidade do recolhimento manual do café do chão. A implementação deste sistema é também restrita uma vez que se submete, além de uma topografia favorável, de altos investimentos em máquinas (SILVA *et al.*, 2013).

A mecanização nas lavouras cafeeiras de Minas Gerais, começou com maior força na região do Cerrado Mineiro, em virtude dos relevos mais planos e objetivando a redução dos custos de produção (FERNANDES; SANTINATO; SANTINATO, 2012). Ocasionalmente na redução de dependência da mão de obra e proporcionando ganhos de eficiência produtiva e redução de custos em relação às outras regiões produtoras (VALE; CALDERAO; FAGUNDES, 2014).

Na macrorregião das Matas de Minas a mecanização dos tratos e da colheita é limitada pelo relevo montanhoso e a mão de obra, ao longo dos anos, está se tornando cada vez mais cara, insuficiente e de baixa produtividade, o que resulta em impactos negativo aos custos de produção na região (MATIELLO, 2020).

De acordo com Silva *et al.* (2009) existe uma considerável porcentagem de lavouras que possibilitam a mecanização e outras mais que foram renovadas para este fim no Sul de Minas. Os produtores têm buscado alternativas para enfrentarem os problemas com a restrição de mão de obra (VALE CALDERARO; FAGUNDES, 2014).

Silva *et al.* (2013) afirma que a redução na disponibilidade da mão de obra devido a diminuição da população rural motivou o aumento da mecanização das lavouras de café. Além de escassa, está se tornando cada vez mais onerosa, podendo comprometer os lucros da atividade cafeeira (LANNA; REIS, 2012).

Outros pontos afetam a cafeicultura e determinam a produtividade, de acordo com Alvarenga *et al.* (2012), são os fertilizantes e os defensivos agrícolas. A adubação é uma prática indispensável para o desenvolvimento e produtividade do cafeeiro. Porém, quando não é realizada com padrões técnicos e racionalmente, essa escolha pode provocar uma queda acentuada da produtividade dos cafezais, ocasionando um aumento, e não a diminuição, dos custos de produção. Contudo, em períodos de instabilidade no setor, Barros *et al.* (2001) afirma que é uma das primeiras áreas em que o produtor escolhe economizar.

A adubação dos cafezais é possível ser executada por meio da aplicação de fertilizantes químicos ou da adubação orgânica. Chaves (2000) aponta que a adubação química além de mais cara, nem sempre alcança a conservação da produtividade nas lavouras, devido às perdas por volatilização e lixiviação, no período de chuvas, além dos malefícios da degradação química do solo, com a redução gradativa das respostas das plantas, resultando na baixa dos teores de nutrientes e matéria orgânica do solo.

A adubação orgânica, em compensação, além de fonte de nutrientes natural para o café, proporciona outros efeitos benéficos, para a estruturação do solo e também maior capacidade de retenção de água, gerando meios mais favoráveis ao desenvolvimento da planta (BARROS *et al.*, 2001).

Em relação aos defensivos, o método mais utilizado é o controle químico, com o intuito de conter as incidências das doenças e infestações das pragas, pela ausência de alternativas mais eficientes (GITIRANA NETO *et al.*, 2016). Porém, gradualmente mais os produtores têm buscado alternativas para práticas de manejo mais sustentáveis, tanto pelos problemas socioambientais e à saúde da população quanto pelo aumento de custos na produção devido ao emprego de defensivos químicos (BESSA, 2012).

Outro item de custos significativo para a produção de café corresponde aos custos com beneficiamento e armazenagem, que acumula a produção e, ao mesmo tempo, pode constituir meios de aumentar as receitas para a cultura. A armazenagem do café possibilita que o produtor estude qual a melhor época para a venda.

De acordo com Silva e Reis (2013), por causa da sazonalidade da produção cafeeira, os preços de venda do produto alteram entre o plantio e a venda efetiva, ou seja, na safra os valores das sacas são menores devido à alta oferta de produto, e na entressafra os valores são maiores.

Outro fator importante que compõem os custos de produção para a cafeicultura são as despesas financeiras. Constituem-se em juros de financiamento, uma vez que o crédito agrícola comprehende parcela fundamental do financiamento das lavouras brasileiras. A categoria de empréstimo destinada ao custeio da safra de café financia as despesas normais do ciclo produtivo das lavouras, como por exemplo incluindo as despesas com aquisição de insumos, arruação, secagem, mão de obra, os tratos culturais e colheita, operações com máquinas e equipamentos, certificação de cafés, entre outras (EMBRAPA, 2017).

3. METODOLOGIA

Nesta seção apresentamos os meios para obter os objetivos da pesquisa. Optando por uma abordagem quantitativa de caráter preditivo e descritivo para desenvolver uma análise das possíveis aplicações e seus benefícios econômicos da mecanização no manejo do café de montanha.

3.1. OBJETO DE PESQUISA

O estudo comparativo, objeto deste trabalho, tenta comparar a utilização de maquinários agrícolas de grande porte, na condução do cultivo de lavouras de café, em região de montanha, cujas características topográficas dificultam a operação. Além disso, espera-se avaliar parâmetros econômicos por hectare do cultivo semimecanizado por hectare.

Tal estudo, levantará dados técnico-econômicos de manejo, tanto em cultura manual, quanto em cultura mecanizada, a partir de relatórios gerados em dois períodos distintos: 2019, cultura manual; e 2020, cultura mecanizada. As modalidades de cultivo foram adotadas na Fazenda Bem Posta, situada no município de Manhuaçu, Minas Gerais. Trata-se de uma propriedade familiar, com coordenadas geográficas de 20° 19' 18"S e 42° 3' 23"W. Dedica 60,34% dos seus 116 hectares ao cultivo do café, ou seja, 70 hec. A área estudada da lavoura representa 10 hectares já adaptados para o trato mecanizado, com altitude média de 930 metros a 1060 metros, relevo bastante acidentado.

A adaptação do terreno para a mecanização, com terraços, foi realizada no ano de 2020 na Fazenda Bem Posta, localizada no município de Manhuaçu. Cada hectare, que representa 10.000 m², possui 5000 plantas, com espaçamento de 3,3m x 0,6m. A data do experimento foi entre 30 de agosto de 2019 a 30 de abril de 2020, referentes aos dados manuais, e entre 30 de agosto de 2020 a 29 de abril de 2021, referente ao manejo semimecanizado.

Essa abordagem sugere que o trabalho se caracteriza, quanto aos propósitos da investigação, como uma pesquisa documental, utilizou-se dados primários, isto é, dados e informações que ainda não foram tratados cientificamente ou analiticamente, e quanto aos procedimentos técnicos, como um estudo de caso.

Quanto aos objetivos é classificada como descriptiva por discorrer sobre as variáveis que influenciam no resultado através de observação, registro, diagnóstico, classificação e interpretação da eficiência da cafeicultura de montanha em relação aos custos de produção e horas trabalhadas por hectare, sem influência do pesquisador (ANDRADE, 2012).

Busca-se levantar e descrever informações das operações de manejo já mecanizadas, sendo elas, a adubação, calagem, roçagem e pulverização, focando no processo e não nos insumos utilizados, uma vez que, os valores oscilam com frequência de acordo com o mercado, além de variar a quantidade de acordo com as análises de solo feitas regularmente. A aplicação de herbicidas e defensivos no solo não será avaliada, uma vez que essas etapas ainda não foram adaptadas para a mecanização.

A classificação da pesquisa foi quantitativa, referente ao tratamento dos dados. Para o entendimento e interpretação dos elementos, aplicam-se cálculos e análises, que conduzem as interpretações analíticas (RANGEL, 2018). Desse modo, essa abordagem se deu a partir da avaliação dos resultados financeiros, através da coleta de informações na propriedade.

O foco do trabalho está no manejo da produção do café de montanha, em sua maioria manual, onde foram encontradas oportunidades de melhorias com a aplicação dos terraços adaptados ao relevo que facilitam a entrada de máquinas de cultivo.

Tem como intuito uma pesquisa aplicada porque a partir do atendimento do objetivo desta pesquisa e dos procedimentos busca gerar conhecimento e preencher a lacuna encontrada, o que pode trazer uma otimização para a produção de café em áreas declivosas. Conforme Vergara (2000), a pesquisa aplicada se motiva a resolver um problema concreto.

3.2. PROCEDIMENTOS DE COLETA

A coleta de dados foi desenvolvida a partir de múltiplas fontes de evidências, pelo método de triangulação, que significa olhar para o mesmo fenômeno, ou questão de pesquisa, a partir de mais de uma fonte de dados (AZEVEDO *et al.*, 2004). Para Maxwell (1996) a triangulação reduz o risco de que as conclusões de um estudo refletem enviesamentos ou limitações próprias de um único método. Com isso, os procedimentos de coleta adotados foram a bibliografia, documentos e observação.

Na fase inicial, para localizar as fontes bibliográficas adequadas ao desenvolvimento desta pesquisa, definiu-se as bases que seriam utilizadas. Assim, as fontes científicas selecionadas para busca foram: Portal de Periódico Capes, *Science Direct (Elsevier)*, *Web of Science*, *Scielo*, *Google Scholar*, *Google Books*, além de livros e sites oficiais de associações governamentais, como o site da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).

Para selecionar as publicações de interesse, foi pesquisado por meio de resumo e título, palavras-chave, individuais e combinadas, que fazem referência ao tema desenvolvido na presente pesquisa. Ao período de publicação abrangeu-se a maior quantidade de artigos atuais possíveis. Desse modo, buscou-se os clássicos e as principais referências sobre a temática.

A pesquisa documental compreendeu o segundo procedimento, na qual ocorreu a coleta de dados. Este estudo foi baseado em dados primários, que não sofreram nenhum tratamento analítico, tais informações foram obtidas por meio de documentos e relatórios fornecidos pela fazenda, que contribuíram diretamente para o desenvolvimento do estudo. Os dados são referentes ao manejo manual, agosto-2019/julho-2020, e ao manejo semimecanizado, agosto-2020/julho-2021.

Os processos avaliados foram a calagem, adubação, roçagem e pulverização, uma vez que, os defensivos do solo e os herbicidas ainda são manuais. Através dessa análise, foram obtidos os dados tempo e custo de cada sistema de manejo nos anos de 2019/2020 e 2020/2021, respectivamente manual e mecanizado. Nesse sentido, o Quadro 2 demonstra quais relatórios e informações foram demandadas para a elaboração e desenvolvimento das análises financeiras geradas pela adaptação da produção do café em regiões de montanha.

Quadro 2 – Dados solicitados ao gestor da fazenda

Horas trabalhadas
Horas trabalhadas por hectare em 2019/2020
Horas trabalhadas por hectare em 2020/2021
Investimento da atividade
Máquinas e equipamentos;
Espaço destinado à armazenagem de materiais;
Manutenção, graxa, óleo lubrificante e combustível;
Custos operacionais
Salários e encargos de trabalhadores;
Imposto, juros, entre outros.

Fonte: Autores.

Foram coletados os dados sobre as principais práticas culturais do café, sendo elas: calagem; roçagem; pulverização; adubação; herbicidas; e, defensivos de solo. As informações são referentes ao manejo manual nos anos de 2019/2020, e dos anos de 2020/2021, semimecanizada. A identificação dos tempos necessários para cada etapa operacional foi obtida com auxílio do proprietário da fazenda e do funcionário responsável, respeitando-se as peculiaridades de cada operação avaliada.

3.3. ANÁLISE DE DADOS

Os tratos culturais comparados foram a calagem, roçagem, pulverização e adubação, uma vez que os herbicidas e defensivos do solo ainda são operações manuais. A frequência é definida de acordo com as características da fazenda e da cultura, os períodos ideias para cada manejo são definidos através de análises de solo, clima, insumos utilizados e expectativa de produtividade. A Tabela 1 elucida a periodicidade de cada serviço

Tabela 1 – Periodicidade dos serviços no ano

Serviços	Frequência no ano	Serviços	Frequência no ano
Calagem	1	Adubação	3
Roçagem	4	Herbicidas	1
Pulverização	4	Defensivos do solo	1

Fonte: Autores.

A calagem ou aplicação de calcário ocorre no final do mês de agosto e início de setembro. Os defensivos no solo e herbicidas são aplicados apenas uma vez ao ano, respectivamente nos meses de novembro e janeiro. A roçagem do terreno varia de acordo com a demanda e com o mato, porém normalmente é realizada nos meses de dezembro, fevereiro e abril. A pulverização acontece em dezembro, fevereiro e abril. Já a adubação ocorre no período das chuvas, normalmente no começo de novembro, final de dezembro e início de março.

Foram avaliados os custos de produção de cada manejo, no sistema manual os dados tratados foram referentes ao valor da mão de obra e horas trabalhadas. Os insumos utilizados em cada uma das operações não foram contabilizados, a variabilidade no valor pode ser considerada normal, em especial devido a sazonalidade das necessidades de cada cultura (CONAB, 2017), além de serem produtos importados que sofrem com problemas externos.

No sistema semimecanizado foram tratados os aspectos mecânicos da operação. Todos os serviços utilizam o mesmo trator, modelo Yanmar Solis 26, a composição de custos (apêndice A) constitui-se dos custos fixos que englobam a depreciação, juros sobre o capital e armazenagem, e os custos variáveis abrangem o combustível, óleo lubrificante, graxa, manutenção e mão de obra.

Além disso, cada operação possui seu implemento para a realização do serviço. A composição dos custos dos implementos de calagem (apêndice B), roçadeira (apêndice C), pulverização (apêndice D) e adubação (apêndice E), são compostos pelos custos fixos que representam a depreciação e juros sobre capital e variáveis que compreendem o óleo lubrificante, graxa e manutenção do equipamento.

Para comparar o investimento econômico foi realizado o levantamento dos custos de manejo nos dois sistemas avaliados, manual e semimecanizado. A partir destes dados foram elaborados gráficos comparativos e tabelas que apresentam os valores e horas trabalhadas por hectare.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. MANEJO MANUAL 2019/2020

Cada serviço relacionado aos tratos culturais está na Tabela 2, que apresenta a frequência, horas trabalhadas, custo por hora e custo total por ano de cada atividade do manejo 2019/2020. Segundo Colombo *et al.* (2014) a mão de obra especializada no mercado agrícola está em falta, devido à escassez de trabalhadores no campo, com isso se tornando cada vez mais cara. Esse aspecto acarreta problemas para o produtor que muitas vezes não consegue finalizar os serviços no tempo e período certo da demanda da planta.

Tabela 2 - Custos de aplicação e horas por hectare no manejo manual 2019/2020

Serviços	Frequência	Horas/hec	Total/hr	Valor/hr	Total/hec
Calagem	1	8	8	R\$ 8,75	R\$ 70,00
Roçadeira	4	10,5	42	R\$ 15,00	R\$ 630,00
Pulverização	4	9,5	38	R\$ 10,00	R\$ 380,00
Adubação	3	10	30	R\$ 8,75	R\$ 262,50
Herbicidas	1	8	8	R\$ 8,75	R\$ 70,00
Defensivos do solo	1	8	8	R\$ 8,75	R\$ 70,00

Fonte: Autores.

A correção monetária é o ajuste financeiro do real em relação a inflação, o qual adequa a moeda perante a inflação, dentro de um período pré-determinado. Com o intuito de compensar a perda econômica com os reajustes foi calculado o índice de correção no período de 09/2019 para 09/2021, de acordo com o índice geral dos preços de mercado (IGP-M), o valor é de 1,4724 que corresponde 47,24%. Os dados da correção estão demonstrados na Tabela 3. Assim, o custo operacional agrícola por hectare somou em R\$2182,90.

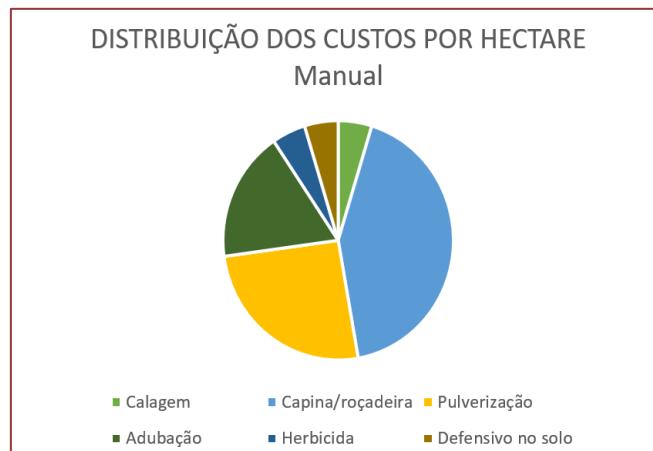
Tabela 3 – Custos com a correção pelo IGP – M (FGV) 09/2019 – 09/2021

Serviços	Índice de Correção no Período	Valor Percentual Correspondente	Total/hec
Calagem	1,4724458	47,24%	R\$ 103,07
Roçadeira	1,4724458	47,24%	R\$ 927,64
Pulverização	1,4724458	47,24%	R\$ 559,53
Adubação	1,4724458	47,24%	R\$ 386,52
Herbicidas	1,4724458	47,24%	R\$ 103,07
Defensivos do solo	1,4724458	47,24%	R\$ 103,07

Fonte: Autores.

O tempo total de operação, por hectare no sistema manual, foi de 134 horas e os custos do manejo somaram R\$2179,90. A constituição dos custos operacionais dos serviços avaliados está presente no Gráfico 1. Verificou-se que a roçagem foi a que apresentou o maior custo de produção, equivalente a 42,5% dos custos, além de representar o maior tempo no tempo total, 31,34%, que simboliza 42 horas de trabalho anuais. A pulverização é caracterizada por 25,63% dos custos e 28,35% do tempo. Já a adubação é responsável por 17,7% dos custos e 22,38% do tempo. A calagem, herbicidas e defensivos do solo representam a mesma porcentagem de custos, 4,72% da composição dos custos e 5,97% do tempo. É importante pontuar que os tempos de serviço podem variar, uma vez que é um processo que envolve pessoas.

Gráfico 1 - Distribuição dos custos por hectare no manejo manual 2019/2020



Fonte: Autores.

4.2. MANEJO SEMIMECANIZADO 2020/2021

A composição dos tempos de serviço dos tratos mecanizados foi obtida em função da determinação dos tempos de trabalho dos diferentes implementos utilizados em cada operação mecanizada e foi realizada por meio de um cronômetro digital. Os tempos coletados foram em escala de segundos e transformados em horas.

Foram detalhados os custos fixos e variáveis dos implementos mecanizados. Outro componente analisado é o custo de aplicação por hectare, que representa o custo operacional por hora, a recarga dos insumos, a velocidade do trator, a demanda de produto, largura de aplicação, quanto metros por minutos, além da vazão e tempo de aplicação. O custo operacional agrícola foi representado pela soma dos custos fixos, variáveis, custo de aplicação por hectare e o custo de outros implementos para recarga.

O trator, Yanmar Solis 26, é o mesmo em todas as operações, assim a composição de custos da operação (apêndice A) sempre será da mesma forma, que corresponde a R\$6,66 os custos fixos e R\$51,14 os custos variáveis. Além disso, para realizar a operação são necessários outros instrumentos de recarga, nesse caso foi utilizado uma picape Strada da Fiat, totalizando um valor de R\$19,67.

O custo operacional do distribuidor de calcário totalizou R\$183,14 por hectare, sendo que é realizada apenas uma vez no ano. A composição dos custos operacionais (apêndice B) é constituída por custos fixos de R\$4,10 e variáveis de R\$0,97. O custo de aplicação por hectare corresponde a R\$163,47. Os dados são detalhados na Tabela 4.

Tabela 4 - Custo operacional agrícola do distribuidor de calcário

Custo operacional agrícola – distribuidor de calcário			
Implemento	Custos Fixos	Custos Variáveis	Total
Trator Yanmar Solis 26	R\$6,66	R\$51,14	R\$57,80
Distribuidor de Calcário	R\$4,10	R\$0,97	R\$62,87
Custo de aplicação por hectare			
Custo Operacional	Recarga (%)	R\$ Hora + Recarga	Hectare por hora
R\$62,87	30	R\$81,74	0,5
Velocidade (kg/h)	Demanda (Kg/há)	Largura Aplic. (Mts)	Metro/min
5	2000	3,3	83,33333
Vazão (kg/min)	Tempo Aplic. (min/há)	Custo de Aplicação (há)	Hectares/dia (8 hrs)
55	36,363636	R\$163,47	4
Outros implementos (caminhonete para recarga)		Custo da Operação Por Hectare - TOTAL	
R\$19,67		R\$183,14	

Fonte: Autores.

O custo operacional da capina do mato somou-se em R\$133,03 por hectare, porém a periodicidade desse serviço é de três meses, ou seja, quatro entradas de roçagem ao longo do ano, totalizando R\$532,12. A composição dos custos operacionais (apêndice C) é constituída por custos fixos de R\$7,58 e variáveis de R\$1,14. O custo de aplicação por hectare corresponde a R\$177,32. Os dados são elucidados no Tabela 5. Os itens demanda, vazão, tempo de aplicação por hectare e os outros implementos utilizados para recarga são zero na roçagem, uma vez que essa operação não demanda insumos.

Tabela 5 - Custo operacional agrícola da capina do mato

Custo operacional agrícola – roçadeira			
Implemento	Custos Fixos	Custos Variáveis	Total
Trator Yanmar Solis 26	R\$6,66	R\$51,14	R\$57,80
Roçadeira	R\$7,58	R\$1,14	R\$66,52
Custo de aplicação por hectare			
Custo Operacional	Recarga (%)	R\$ Hora + Recarga	Hectare por hora
R\$66,52	0	R\$66,52	0,5
Velocidade (kg/h)	Demanda (Kg/há)	Largura Aplic. (Mts)	Metro/min
5	0	3,3	83,33333
Vazão (kg/min)	Tempo Aplic. (min/há)	Custo de Aplicação (há)	Hectares/dia (8 hrs)
0	0	R\$133,03	4
Outros implementos (caminhonete para recarga)		Custo da Operação Por Hectare - TOTAL	
0		R\$133,03	

Fonte: Autores.

O custo operacional da pulverização totalizou R\$197,00 por hectare, contudo a frequência do serviço é de quatro vezes ao ano, assim totalizando R\$788,00. A composição dos custos operacionais (apêndice D) é constituída por custos fixos de R\$9,18 e variáveis de R\$1,22. O custo de aplicação por hectare corresponde a R\$177,32. Os dados são elucidados no Tabela 6.

Tabela 6 - Custo operacional agrícola da pulverização

Custo operacional agrícola – pulverização			
Implemento	Custos Fixos	Custos Variáveis	Total
Trator Yanmar Solis 26	R\$6,66	R\$51,14	R\$57,80
Pulverizador	R\$9,18	R\$1,22	R\$10,40
Custo de aplicação por hectare			
Custo Operacional	Recarga (%)	R\$ Hora + Recarga	Hectare por hora
R\$68,20	30	R\$88,66	0,5
Velocidade (kg/h)	Demanda (Kg/há)	Largura Aplic. (Mts)	Metro/min
5	400	3,3	83,33333
Vazão (kg/min)	Tempo Aplic. (min/há)	Custo de Aplicação (há)	Hectares/dia (8 hrs)
11	36,363636	R\$177,32	4
Outros implementos (caminhonete para recarga)		Custo da Operação Por Hectare - TOTAL	
R\$19,67		R\$197,00	

Fonte: Autores.

O custo operacional da adubação totalizou R\$244,19 por hectare, contudo a frequência do serviço é de três vezes ao ano, assim totalizando R\$732,57. A composição dos custos operacionais (apêndice E) é constituída por custos fixos de R\$11,05 e variáveis de R\$1,31. O custo de aplicação por hectare corresponde a R\$242,32. Os dados são elucidados na Tabela 7. É importante ressaltar que a adubação varia a periodicidade de acordo com os insumos utilizados por cada produtor.

Tabela 7- Custo operacional agrícola distribuidor de adubo, fertilizante e composto orgânico.

Implemento	Custo operacional agrícola – Adubação		
	Custos Fixos	Custos Variáveis	Total
Trator Yanmar Solis 26	R\$6,66	R\$51,14	R\$57,80
Adubadeira	R\$11,05	R\$1,31	R\$12,36
Custo de aplicação por hectare			
Custo Operacional	Recarga (%)	R\$ Hora + Recarga	Hectare por hora
R\$70,16	60	R\$112,26	0,5
Velocidade (kg/h)	Demanda (Kg/há)	Largura Aplic. (Mts)	Metro/min
5	600	3,3	83,33333
Vazão (kg/min)	Tempo Aplic. (min/há)	Custo de Aplicação (há)	Hectares/dia (8 hrs)
16,5	36,363636	R\$224,52	4
Outros implementos (caminhonete para recarga)		Custo da Operação Por Hectare - TOTAL	
R\$19,67		R\$244,19	

Fonte: Autores.

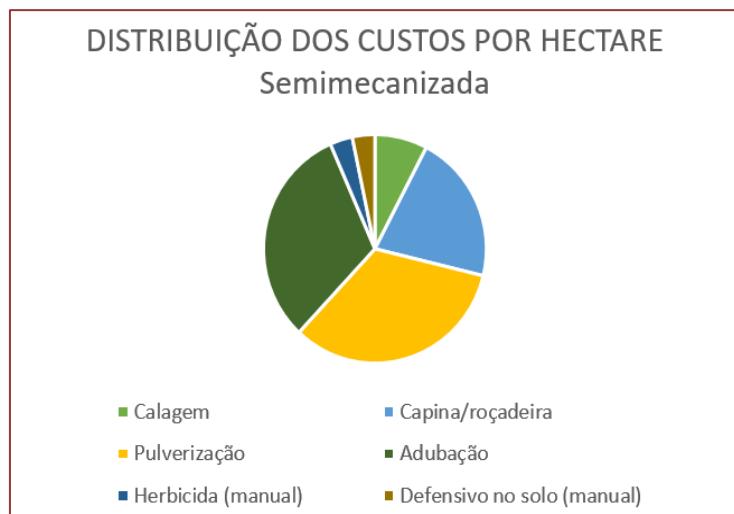
O tempo total de operação, por hectare no sistema semimecanizado, foi de 40 horas e os custos do manejo somaram R\$2.377,83. Os tratos culturais estão elucidados na Tabela 8, que apresenta a frequência, horas trabalhadas, custo por hora e custo total por ano de cada atividade do manejo 2020/2021. Os herbicidas e defensivos do solo ainda são realizados de forma manual, por isso as operações agrícolas são consideradas semi mecanizadas.

Tabela 8 - Custos de aplicação e horas por hectare no manejo semimecanizado 2020/2021

Serviços	Frequência	Horas/hec	Total/hr	Valor/hr	Total/hec
Calagem	1	2	2	R\$ 81,74	R\$ 183,14
Roçadeira	4	2	8	R\$ 66,52	R\$ 534,16
Pulverização	4	2	8	R\$ 98,50	R\$ 788,00
Adubação	3	2	6	R\$ 122,09	R\$ 732,57
Herbicidas (manual)	1	8	8	R\$ 8,75	R\$ 70,00
Defensivos no solo (manual)	1	8	8	R\$ 8,75	R\$ 70,00

Fonte: Autores.

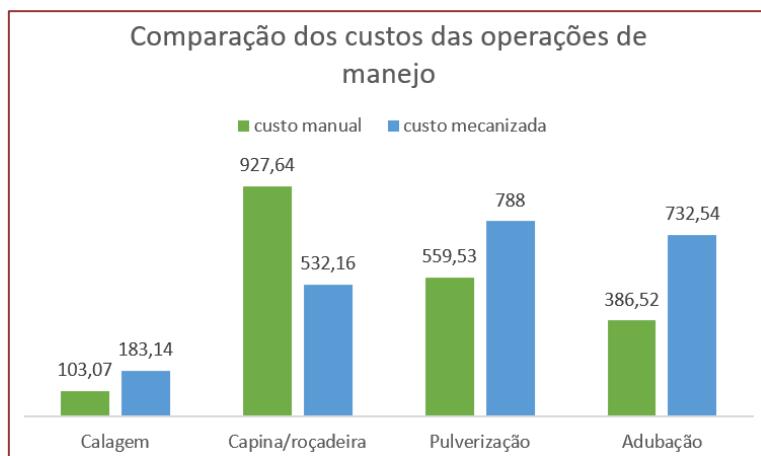
A constituição dos custos operacionais dos serviços avaliados está presente no Gráfico 2. Verificou-se que a pulverização foi a que apresentou o maior custo de produção, equivalente a 33,14% dos custos. A adubação é caracterizada por 30,8% dos custos. Já a roçagem é responsável por 22,38% dos custos. A calagem simboliza 7,7%, herbicidas e defensivos do solo representam a mesma porcentagem de custos, 2,94% da composição dos custos.

Gráfico 2 - Distribuição dos custos por hectare no manejo mecanizado 2020/2021

Fonte: Autores.

4.3. COMPARAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS MANUAIS 2019/2020 E SEMIMECANIZADAS 2020/2021

A diferença entre o custo das operações do manejo manual 2019/2020 e do manejo semimecanizado 2020/2021 é de R\$197,33 por hectare. O Gráfico 3 elucida a diferença nos valores de calagem, roçagem, pulverização e adubação, uma vez que os herbicidas e defensivos do solo ainda são trabalhos manuais.

Gráfico 3 - Comparação dos custos das operações de manejo

Fonte: Autores.

No sistema mecanizado o único processo com menor custo é a roçagem, a diferença representa R\$393,48 sendo 73,66% menor que na forma manual. A capina do mato é considerada um dos serviços mais difíceis do manejo manual, por demandar muito esforço do trabalhador, além de sua regularidade, uma vez que o mato cresce rapidamente e compromete o desenvolvimento da lavoura.

O custo de operação da aplicação de calcário no sistema manual foi menor, representando R\$83,07 de diferença, ou seja, 80,60% a mais no sistema mecanizado. A pulverização, da mesma forma que a calagem, foi maior com a mecanização, o que representou um acréscimo de R\$228,47, equivalente a 40,83%. Já no processo de adubação a dessemelhança é de R\$346,02, o que corresponde 89,52% a mais do que nos tratos manuais.

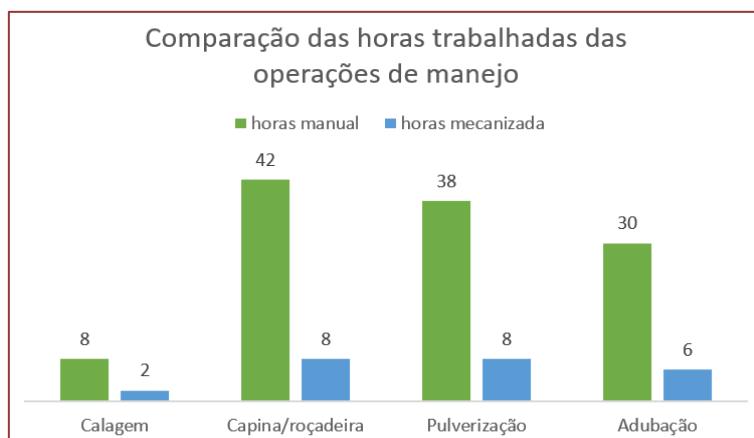
4.4. COMPARAÇÃO DO TEMPO DAS OPERAÇÕES MANUAIS 2019/2020 E SEMI MECANIZADAS 2020/2021

As horas trabalhadas nas operações manuais de 2019/2020 foram de 134 horas por hectare, em contrapartida, no sistema semimecanizado 2020/2021 foram 40 horas trabalhadas por hectare. A diferença é de 94 horas, representando 235% a mais no tempo de execução dos processos da fazenda.

Desta forma, é demandado de mais pessoas no manejo manual, para que a realização do serviço seja possível no período certo do ano, já que todas as operações possuem um momento correto de execução. Contudo, atualmente o problema da redução na disponibilidade da mão de obra nas lavouras está comprometendo os lucros da atividade cafeeira, acarretando o crescimento da mecanização das lavouras de café (SILVA *et al.*, 2013. LANNA; REIS, 2012). Já na lavoura mecanizada é possível gerenciá-la com apenas um funcionário.

O Gráfico 4 demonstra a diferença entre as horas trabalhadas anualmente por hectare em cada operação, tanto manual quanto mecanizada. É possível afirmar que, além das horas trabalhadas, serão menos pessoas que estarão envolvidas com atividades de alto risco, como a pulverização e a adubação, devido a utilização intensiva de um grande número de substâncias químicas perigosas, o qual o trabalhador possui contato direto quando realizado manualmente, sendo a maioria dos riscos ainda desconhecidos a longo prazo (MOREIRA, 2002).

Gráfico 4 - Comparação das horas trabalhadas das operações de manejo



Fonte: Autores.

Os herbicidas e defensivos do solo não foram comparados por serem manuais. Em todos os sistemas analisados a mecanização demonstrou menor tempo de operação, a calagem no sistema manual foi 300% mais demorada, a capina 450%, a pulverização 375% e a adubação 400%. Tais valores elucidam a agilidade do processo mecanizado.

5. CONCLUSÕES

O custo das operações semi mecanizadas foram 9,08% maiores do que as manuais, equivalente a R\$197,93. Contudo as horas trabalhadas no sistema manual foram 235% a mais por hectare do que no sistema semimecanizado, correspondendo a 94 horas. As operações manuais demandam mais mão de obra para que os serviços possam ocorrer em área total no período certo do ano. Esse fator é um empecilho para o produtor que fica refém de pessoas especializadas que estão cada vez mais escassas no campo.

A qualidade do serviço mecanizado também deve ser avaliada em estudos futuros e como isso afeta a produtividade. Uma vez que, o trabalho manual depende de pessoas distribuindo o produto no campo, assim não há uma regularidade. Já nos implementos utilizados nas operações é possível regular a vazão de cada insumo utilizado, reduzindo-se, assim, desperdícios e aplicando-se exatamente a demanda da planta e do solo.

Outro ponto a ser pesquisado futuramente é que, apesar da colheita ser manual, por não haver máquinas adaptadas ainda para terraços, houve redução também no seu custo em função da eficiência proporcionada. O micro-terraceamento facilita o trânsito dos trabalhadores e torna a colheita mais rápida com o uso de derriçadeiras portáteis e com maior estabilidade no terreno em comparação ao sistema adensado da lavoura.

Apesar do elevado investimento inicial, com a implantação do micro-terraceamento na lavoura e aquisição de maquinários específicos para as operações, é necessário que cada produtor analise a realidade da sua propriedade. Pois os custos de operações manuais são menores, contudo a gestão dos processos é mais complexa, por envolver mais pessoas e riscos. Já no sistema semimecanizado a facilidade em administrar, o tempo de serviço e a qualidade devem ser levados em conta.

REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, A. P. S.; REIS, E. A. & TAVARES, M. Impacto do crédito de ICMS sobre o custo de produção da cafeicultura: um estudo nas principais regiões produtoras de café arábica no Brasil. In: Encontro Da Associação Nacional De Pós Graduação e Pesquisa em Administração, EnANPAD, Rio de Janeiro. 1-17. 2011.
- [2] ALVARENGA, G. L.; OLIVEIRA, D. H.; FREIRE, J. M.; OLIVEIRA BARBARESO, J.; SILVA, E. C. Metodologia de detalhamento e direcionamento da atuação no processo de gestão de custos da cafeicultura. In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC, 2012
- [3] ANDRADE, F. T.; CASTRO JÚNIOR, L. G.; COSTA, C. H. G. Avaliação da Cafeicultura. Atlas, 2000.
- [4] AZEVEDO, C. E. F.; OLIVEIRA, L. G. L.; GONZALEZ, R. K.; ABDALLA, M. M. A Estratégia de Triangulação: Objetivos, Possibilidades, Limitações e Proximidades com o Pragmatismo. In: Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração e Contabilidade, 4., 2013. Brasília-DF.
- [5] BAIÓ, F. H. R.; MOLIN, J. P.; LEAL, A. J. F. Avaliação comparativa da distribuição transversal de adubos sólidos aplicados em culturas anuais. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 527-536, 2012.
- [6] BARROS, U. V.; GARÇON, C. L. P.; SANTINATO, R.; MATIELLO, J. B. Doses e modos de aplicação de palha de café e esterco de gado associado ao adubo químico, na formação e produção do cafeeiro, solo LVAh, na Zona da Mata de Minas Gerais. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Vitória. 2011.
- [7] BESSA, F. Consórcio Pesquisa Café. Observatório: Manejo Integrado de Pragas promove cafeicultura sustentável, 2012. Disponível em: <<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias/245-manejo-integrado-de-pragas-promove-cafeicultura-sustentavel>>. Acesso em: 10 out. 2021.
- [8] BLISKA, F. M. M.; VEGRO, C. L. R.; AFONSO JÚNIOR, P. C.; MOURÃO, E. A. B.; CARDOSO, C. H. S. Custo de produção do café nas principais regiões produtoras do País. Informações Econômicas, v. 39, n. 09, p. 5-20, 2009.
- [9] Brasil. Organizações Rurais & Agroindustriais, v. 14, n. 3, 2012.
- [10] BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. Gestão de Custos e Formação de Preços: com aplicações na calculadora HP 12C e Excel. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 546p.
- [11] CHAVES, J. C. D. Efeito de adubações mineral, orgânica e verde sobre a fertilidade do solo, nutrição e produção do cafeeiro. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Poços de Caldas. 2(1), 1378-1392, 2000
- [12] Colombo, J.L.C.; Perri, M.A.S.; Lopes, R.J. 2014. O custo da mão de obra agrícola na gestão organizacional: um estudo de caso no interior de São Paulo. Revista Fafibe OnLine 7(1): 84-99.
- [13] COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira de café, Safra 2018, 5(4), 1-84, dezembro de 2018.
- [14] COSTA, E. B.; TEIXEIRA, S. M. e Outros. Custos da cafeicultura de montanha do Espírito Santo. In: II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Setembro de 2001. Disponível em <<http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.asp?SE=8&ID=190>>. Acesso em: 15 out. 2021.
- [15] DUARTE, Sérgio Lemos; FEHR, Lara Cristina Francisco de Almeida; TAVARES, Marcelo; DOS REIS, Ernando Antônio. Comportamento das variáveis dos custos de produção da cultura do café no período de formação da lavoura. Contabilidade Vista & Revista, Belo Horizonte, v. 24, n. 4, p. 15-33, 2013.
- [16] FEHR, L. C. F. D.; DUARTE, S. L.; TAVARES, M.; REIS, E. A. D. Análise das Variáveis de Custos do Café Arábica nas Principais Regiões Produtoras do Brasil. Revista Reuna, 17(2), p-97, 2012.
- [17] FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, F.; SANTINATO, R. Utilização da subsolagem na redução da compactação do solo para produção de café cultivado no cerrado mineiro. Encyclopédia Bioesfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, 8(15), 1648, 2012
- [18] GITIRANA NETO, J.; CUNHA, J. P. A. R. D.; MARQUES, R. S.; LASMAR, O.; BORGES, E. B. Deposição de calda promovida por pulverizadores empregados na cafeicultura de montanha. Coffee Science, Lavras, 11(2), 267-275, 2016
- [19] LANNA, G. B. M.; REIS, R. P. Influência da mecanização da colheita na viabilidade econômico-financeira da cafeicultura no sul de Minas Gerais. Coffee Science, Lavras, 7(2), 110-121, 2012.
- [20] LEONE, G.S.G. Curso de Contabilidade de Custos. 24. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 457p.

- [21] MAHER, M. Contabilidade de Custos: criando valor para a administração. Tradução de José Evaristo dos Santos. São Paulo: Atlas, 2001. 905 p.
- [22] MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Estatísticas de comércio exterior. 2014.
- [23] MARTINS, E. Contabilidade de Custos. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 166p.
- [24] MATIELLO, J.B.; BARTELEGA, L.; SILVA, M.J.; LACERDA, G.; PAIVA, A, C.R. No cafezal mato seco/morto libera, rapidamente, potássio para o cafeiro. SBICafé Biblioteca do Café, Franca - SP. 2018.
- [25] MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R. GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R. Cultura de café no Brasil. Fundação Procafé, Rio de Janeiro, Brasil. 2020.
- [26] MAXWELL, J. A. Qualitative Research Design: an interactive approach. Thousand Oaks: Sage. 1996.
- [27] MILAN, M.; FERNANDES, R. T. Qualidade das operações de preparo de solo por controle estatístico de processo. Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 261- 266, 2002
- [28] MOREIRA, C. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. Ciência e saúde coletiva, v.7 n.2, Rio de Janeiro, 2002.
- [29] MOTOMIYA, A. V. de A.; MOLIN, J. P.; CHIAVEGATO, E. J. Utilização de sensor óptico ativo para detectar deficiência foliar de nitrogênio em algodoeiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.13, n.2, p.137–145, 2009.
- [30] OLIVEIRA, LOUISE ANTUNES de. A Importância das Normas Internacionais para o Comércio da Fruticultura Brasileira. Piracicaba, SP: Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, ESALQ/USP, 2005.
- [31] ORMOND, J. G. do P.; PAULA, S. R. Lde; FAVERET FILHO, P. CAFÉ: (re)conquista dos mercados. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 10, p. 3-56, set. 1999.
- [32] PADOVEZE, C. L. Contabilidade gerencial: um enfoque em sistema de informação contábil. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 625 p.
- [33] PAULA, R. Z. A. Região e regionalização: um estudo da formação regional da Zona da Mata de Minas Gerais. Revista de História Econômica & Economia Regional Aplicada, 1(01), 66-80, 2006. pela Abordagem do Custo Variável em Propriedades nas principais regiões produtoras do
- [34] RANGEL, M; RODRIGUES, J. N; MOCARZEL, M. FUNDAMENTOS E PRINCÍPIOS DAS OPÇÕES METODOLÓGICAS Metodologias quantitativas e procedimentos quali-quantitativos de pesquisa, 2018.
- [35] SCHUMPETER, J. A. The Theory of Economic Development. Tradução Brasileira Abril Cultural. São Paulo – SP, 1982.
- [36] SILVA, B. A. O.; REIS, E. A. A bienalidade da cafeicultura e o resultado econômico da estocagem. Custos e @gronegócio online – 9(3), 2-26, 2013.
- [37] SIMÕES, J. C.; PELEGRI, D.F. Diagnóstico da cafeicultura mineira - regiões tradicionais: Sul/Sudoeste de Minas, Zona da Mata, Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. Série Documentos n.º 46. Belo Horizonte: EPAMIG, 2010.
- [38] SOUZA, V. C. O.; VIEIRA, T. G. C.; VOLPATO, M. M. L.; ALVES, H. M. R. Espacialização e dinâmica da cafeicultura mineira entre 1990 e 2008, utilizando técnicas de geoprocessamento. Coffee Science, Lavras, 7(2), 122-134, 2012.
- [39] VALE, A. R., CALDERARO, R. A. P., & FAGUNDES, F. N. A cafeicultura em Minas Gerais: estudo comparativo entre as regiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Sul/Sudoeste. Campo-Território: Revista de Geografia Agrária, 9(18), 2014.
- [40] VASCONCELOS, R. C. de; SOUZA, C. A. S.; DIAS, F. P.; GUIMARÃES, R. J. Cultivo do Cafeiro em Condições de Adensamento. 2009.
- [41] VENTURELI, Isadora Regina; BELI, Euzébio; PATTO, Gleidson Juliacci; MANDELLI, Inês. Comparação de custos entre colheita mecanizada e semi-mecanizada de café: um estudo de caso em uma propriedade no município de Andradas-MG. Revista de Administração, São Paulo, v. 16, n. 20, p. 93-104, 2016.
- [42] VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- [43] VIAN, C. E. F. Expansão e Diversificação do Complexo Agroindustrial Sucroalcooleiro no Centro-Sul do Brasil: 1980 - 1996. São Carlos, DEP - UFSCAR, 1997. Dissertação de Mestrado, 1997.
- [44] VILELA, P. dos S.; RUFINO, J. L. dos S. Caracterização da cafeicultura de Montanha de Minas Gerais- Belo Horizonte: INAES, 2010.

Capítulo 8

Análise e proposição do Sistema de Planejamento e Controle da Produção para uma empresa agroindustrial

Flávia Karoliny Raiol de Oliveira

Lucas George de Melo Carneiro

Léony Luis Lopes Negrão

Mateus Araújo de Araújo

Mariana Pereira Carneiro Barata

Resumo: Este trabalho tem como objetivo analisar e propor o Sistema de Planejamento e Controle da Produção, condizente com as especificidades de uma empresa produtora de polpas de frutas em função das variáveis do Modelo de Classificação Multidimensional dos Sistemas de Produção (MCMSP). Para tal, foi realizada a revisão da literatura por meio de livros e artigos científicos encontrados em base de dados e foram coletadas informações da empresa por meio de entrevistas, aplicação de questionário e visitas *in loco*. A partir dos resultados alcançados, foi possível chegar à conclusão que o MRP é o sistema mais adequado para a empresa objeto de estudo e com isso, elaborar uma proposta de PCP para a empresa em questão, fazendo com que todas as informações passem pelos setores de maneira mais coerente, contribuindo para resultados mais assertivos, fazendo com que tudo seja executado com os materiais, tempo e quantidade adequadas. Mantendo os níveis de matérias adequados e necessários para os processos produtivos da empresa.

Palavras-chave: Planejamento e controle da produção; indústria; sistema produtivo; MRP

1. INTRODUÇÃO

Segundo Giugiani *et al.* (2006), por conta da crescente globalização e as grandes tecnologias computacionais, as empresas estão passando por mudanças nos seus sistemas de produção, e essas mudanças se tornam cada vez mais importantes para se manter a competitividade.

Um dos maiores problemas dentro das organizações é a dificuldade de gestão do processo de produção. De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), o Planejamento e Controle da Produção (PCP) é considerado a melhor maneira de incorporar técnicas e princípios de administração da produção nas empresas, tendo em vista que, com base em teorias administrativas, por meio do PCP é possível realizar melhores condições de administrar o sistema de produção.

O setor de PCP tem a finalidade de planejar e produzir com eficiência, controlar estoques, produzir com qualidade e garantir que o produto será entregue no tempo certo ao seu cliente. Com isso, responde-se de maneira rápida a todas as mudanças, melhorando o controle dos recursos envolvidos na produção e nos objetivos de desempenho organizacional. Dessa forma, a sua abordagem é focada na melhoria dos controles de fluxos de informações, materiais e pessoas.

Segundo Neves *et al.* (2014), o Estado do Pará se destaca como o maior produtor e consumidor de açaí, mas nos últimos anos o consumo do fruto vem crescendo em outras regiões do país e do mundo, aumentando as chances de empregos e intensificando a economiaamazônica. E as empresas produtoras de polpas de frutas, estão inseridas em um mercadocada vez mais competitivo, onde os consumidores buscam por mais qualidade na oferta de produtos. Com base nisso, é necessário elaborar um bom PCP para suprir adequadamente às exigências dos clientes e da empresa.

Outrossim, um dos principais diferenciais produtivos em uma empresa pode ser encontrado no funcionamento do seu PCP. O que envolve uma série de decisões com o objetivo de definir o que, quanto e quando produzir e comprar, além dos recursos a serem utilizados durante o processo (CORREA *et al.*, 2001).

Logo, por meio do presente estudo, objetiva-se analisar e propor o sistema de PCP condizente com as especificidades de uma empresa produtora de polpas de frutas, à luz do Modelo de Classificação Multidimensional dos Sistemas de Produção (MCMSP).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP)

Por meio do PCP é possível fazer o monitoramento e gerenciamento das atividades de produção, com o intuito de diminuir os custos dentro do processo produtivo e atender a demanda dos clientes. Sem esse planejamento e controle, o processo de produção acaba sendo afetado com atrasos nas entregas, retrabalho, falta/excesso de estoque, dentre outros.

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2010), o PCP está relacionado com uma série de decisões com o intuito de definir o que, quanto e quando produzir, comprar e entregar, para quem, onde e como produzir. Normalmente, tais decisões são baseadas em previsões realizadas e devem ser tomadas com antecedência, tendo como objetivo a obtenção de um plano de produção, utilizando os recursos disponíveis de maneira eficaz.

Na Figura 1 é possível observar que o PCP está correlacionado com todos os níveis de planejamento de uma empresa, determinando um horizonte de tempo e objetivos.

Figura 1 – Prazos, atividades e objetivos para tomada de decisão nas empresas



Fonte: Tubino (2007).

Com o foco de melhoria de desempenho do sistema de produção, é importante conhecê-lo para então decidir acerca do PCP. Para Fernandes e Godinho Filho (2010), existe um grande número de classificação de sistemas de produção. Dentre elas, têm-se a de Johnson e Montgomery (1974); Constable e New (1976); Buffa e Miller (1979); entre outras. O presente estudo foca na classificação proposta por MacCarthy e Fernandes (2000).

2.2. MODELO DE CLASSIFICAÇÃO MULTIDIMENSIONAL DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO (MCMSP)

Segundo MacCarthy e Fernandes (2000), sistema de produção industrial pode ser definido como sendo um conjunto de elementos interrelacionados que são projetados para se obter produtos finais, cujo valor comercial supere o total dos custos incorridos para obtê-los.

No Quadro 1 consta os atributos possíveis das variáveis do sistema de classificação proposta por MacCarthy e Fernandes (2000), com 12 variáveis agrupadas em quatro grupos de características. Por meio dessas variáveis define-se o melhor sistema de PCP a ser implementado em uma fábrica, indicado na última linha, conforme o atendimento das 11 variáveis em função da variável “nível de repetição dos sistemas de produção”. Esse Quadro também é utilizado para encontrar disfunções do sistema de PCP utilizado pela empresa, caso alguma das características não atenda a certa variável.

Quadro 1 – As variáveis e a escolha de um sistema de PCP

Outras variáveis	Níveis de repetição dos sistemas de produção						
	Continuo puro	Semicontinuo	Produção em massa	Repetitivo	Semirrepetitivo	Não repetitivo	Grandes projetos
Tamanho da empresa	Para todos os níveis de repetição, quanto maior a empresa, mais complexas as atividades do PCP						
Tempo de resposta	LD (a-P%)	LD (a-P%)	LD (a-P%)	LD (a-P%)	LP+LD	LP+LD ou LS+LP+LD	LS+LP+LD
Nível de automação	Rígido	Rígido	Rígido	Normal ou flexível	Normal ou flexível	Normal ou flexível	Normal
Estrutura de produtos	Para todos os níveis de repetição, as atividades de PCP para múltiplos níveis de produtos são muito mais complexas do que para produtos de nível único.						
Nível de customização	Produtos padronizados	Padronizados ou mushroom	Padronizados ou mushroom	Padronizados ou mushroom	Mushroom ou semicustomizado	Customizados ou semicustomizado	Customizado
Número de produtos	Para todos os níveis de repetição, as atividades de PCP para grande variedade de produtos são muito mais complexas do que para produtos únicos						
Tipos de layout	Layout por produto	Layout por produto	Layout por produto	Layout em grupo	Layout em grupo	Layout funcional	Layout de posição fixa
Tipos de estoque de segurança	(1) e (3)	(1), (2) e (3)	(1), (2) e (3)	(1), (2) e (3)	(1) e(2) ou (1)	(1) e(2) ou (2)	Sem estoque de segurança
Tipos de fluxo	A complexidade de PCP aumenta de F1 em direção a F12						
Tipos de montagem	(A1) ou desmontagem	(A1) ou desmontagem	(A5) ou (A6) ou (A7) ou não montagem	(A5) ou (A6) ou (A7) ou não montagem	(A7) ou (A8) ou (A7) ou não montagem	(A3) ou (A4) ou não montagem	(A2)
Tipos de organização do trabalho	Se existe montagem, o tipo de organização do trabalho tem um impacto direto na maneira pela qual será feito o balanceamento do trabalho na montagem						
Sistemas de planejamento e controle da produção	Uma planilha para controlar a taxa de fluxo	Uma planilha para programar o trabalho	Kanban	Kanban ou PBC	PBC ou OPT	MRP	PERT/COM

Fonte: MacCarthy & Fernandes (2000).

3. MÉTODO

A pesquisa caracteriza-se como sendo uma pesquisa de campo, buscou-se coletar informações, interpretá-las e avaliá-las com base em observações *in loco*, entrevistas e aplicação de um questionário. Primeiramente foi realizada a entrevista e aplicação do questionário com o diretor mercadológico, gerente industrial e os colaborados do setor de PCP, a fim de entender como são feitos os pedidos, a programação da produção e suas relações com o tipo de produto. Posteriormente foi observado o processo produtivo, para melhor entender a sequência das atividades de produção. Em seguida, buscou-se verificar qual sistema de PCP que deve ser utilizado pela empresa. E por fim, propor uma estrutura de cálculo do PCP para a empresa estudada.

O estudo foi realizado em etapas:

- **Etapa 1:** Pesquisa bibliográfica: nesta etapa foi feita a pesquisa bibliográfica dando embasamento ao trabalho, foram pesquisados autores que abordassem assuntos concernentes ao tema em questão. O que consta na Seção 2 deste artigo;

- **Etapa 2:** Obtenção de dados: nesta etapa foi realizada a coleta de dados que viabilizaram as análises e propostas que foram feitas por esse trabalho. E está detalhada na Seção 4.1; e
- **Etapa 3:** Análise dos dados e proposta para a indústria: nessa etapa foi feita a análise dos dados obtidos e a proposta para a empresa estudada, nas Seções 4.2 e 4.3.

A coleta de dados se deu por meio de visita *in loco* e entrevista com o diretor mercadológico, gerente industrial e com funcionários que são do setor de PCP para arrecadar as informações necessárias. O questionário foi adaptado de Mesquita e Santoro (2004), com perguntas que pudessem enriquecer o estudo em questão, como por exemplo, a história da empresa, famílias de produtos, volume de produção, venda anual, forma de previsão de demanda, estrutura do PCP, dentre outras. A partir dos dados obtidos foi possível verificar qual o sistema de planejamento e controle da produção que deve ser utilizado e propor uma estrutura de PCP para a empresa estudada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

A unidade fabril escolhida para estudo está localizada no município de Castanhal-PA e possui aproximadamente 8.230m², atuando no mercado há 15 anos e empregando diretamente 290 pessoas. A empresa fornece produtos para outras empresas e também comercializa produtos para consumidores finais.

A empresa trabalha com polpas de açaí de 100g, 1kg e 5kg, tambores de 180kg, baldes de 10kg e 22kg, mix de frutas de 200g, 500g, 10kg e 5kg e polpas de frutas. A partir dos dados coletados foi feito o mapeamento do processo de produção das polpas, tambores e baldes de açaí que representam 98% do faturamento da empresa, segundo o Gerente Industrial. Tal mapeamento consta na Figura 2.

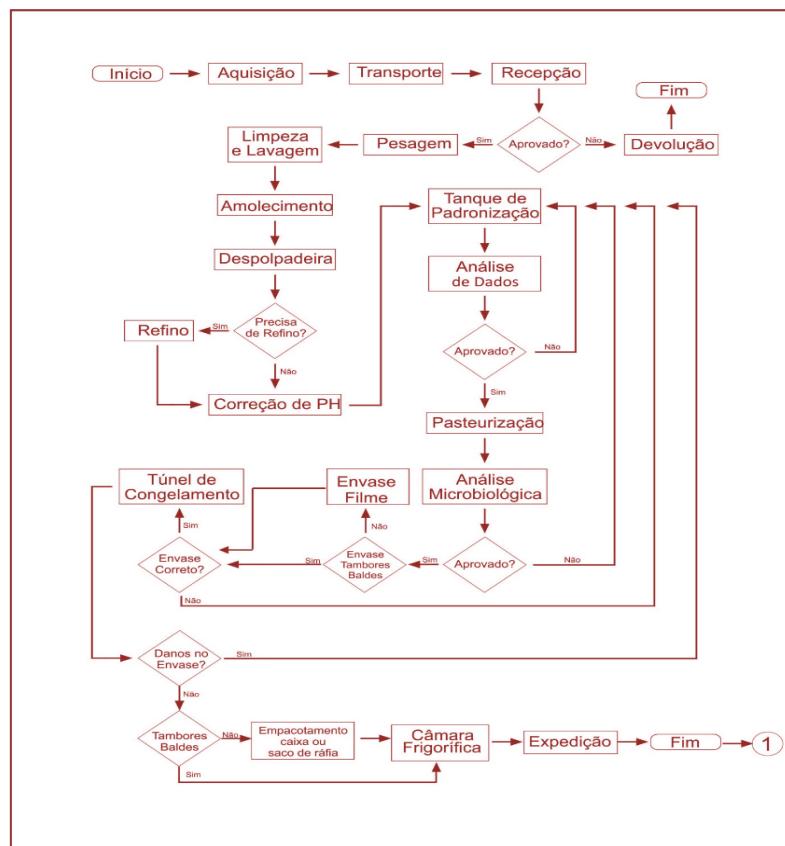


Figura 2 – Fluxograma do processo de produção

Fonte: Autores (2020).

4.2. CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA

Com base nas informações adquiridas nas entrevistas e visitas *in loco*, foi possível conferir cada variável do Quadro 2 (Seção 2.2), para verificar qual o sistema de PCP que deve ser utilizado pela empresa estudada. O resultado está no Quadro 2.

Quadro 2 – As variáveis para escolha do sistema de PCP

Tamanho da empresa:	(M) Média
Tempo de resposta:	LS + LP + LD
Nível de automação:	Normal
Estrutura dos produtos:	(ML)
Nível de customização:	Semicustomizado
Número de produtos:	Médio
Tipo de layout:	Linear
Tipos de estoque:	(1) e (3)
Tipo de fluxo:	F8
Tipos de montagem:	(A1) e (A4)
Tipos de organização do trabalho:	(T)

Fonte: Autores (2020)

Após análise do Quadro 2, quanto às características do sistema de produção da empresa estudada, o sistema de PCP que mais se aproxima é o Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP). Uma vez que, duas variáveis estão em disfunção decaracterística: (i) o tipo de *layout*, que deveria ser funcional e a empresa possui um *layout* linear; e (ii) o tipo de estoque, que deveria ser (1) e (2) ou só (2) e a empresa possui o (1) estoque de embalagens vazias e (3) estoque de produtos acabados. Mas, apesar dessas disfunções as análises apontam que o MRP ainda é o que mais se aproxima da realidade da empresa, e que, a priori, o mesmo deve ser utilizado, até que as disfunções sejam corrigidas. Essas correções para melhorar os resultados, apontados por meio das atividades de controle da produção, com a redução do desvio entre o planejado e o realizado.

4.3. PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO MRP NA EMPRESA ESTUDADA

O MRP passará a ser o sistema de PCP da empresa estudada, a partir do qual será possível fazer o cálculo das necessidades, das quantidades e dos momentos em que são necessários os recursos de manufatura para que se cumpram os prazos de entrega de produtos, com um mínimo de formação de estoque. Ou seja, a emissão de ordens de compra, produção e montagem. Para efeito de ilustração relacionada à proposta apresentada, considerou-se uma explosão de ordens de produção e compras como exemplo, com dados reais da empresa estudada, de como deve ocorrer a emissão de tais ordens. Tal ilustração considera a principal família de produtos da empresa comercializada durante o ano de 2020, a família de produto se refere à polpa de açaí de 1kg. O Plano Mestre de Produção (MPS) gerado de cada produto desta família consta na Figura 3.

Figura 3 – MPS dos produtos da família de polpa de açaí de 1kg

Açaí Popular SC 40	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MPS							5.957	259	259			
Açaí Médio SC 40	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MPS		11.375	3.264	612	408		5.508	18.730	16.856			
Açaí Especial SC 40	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MPS	324						1.134	2.430	26.550			

Fonte: Autores (2018).

De posse do MPS, da lista de materiais e dos parâmetros de todos os produtos, foi possível gerar o MRP dos componentes e materiais utilizados na produção de tais produtos. O MRP do açaí popular pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4 – MRP do produto açaí popular SC 40

	Açaí Popular SC 40	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
		MPS						5.957	259	259				
Açaí popular 1Kg														
Lote máximo =	144.698	Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		Necessidade Bruta	0	0	0	0	0	0	238.280	10.360	10.360	0	0	0
LT (mês) =	1	Rec. Programado												
		Estoque	0	0	0	0	0	93.582	0	0	0	0	0	0
ES =	0	Recebimento de Ordens Planejadas			0	0	0	0	93.582	144.698	10.360	10.360	0	0
		Liberação de Ordens Planejadas					93.582	144.698	10.360	10.360				
Açaí in natura convencional														
Lote máximo =	144.698	Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		Necessidade Bruta	0	0	0	0	140.373	217.047	15.540	15.540	0	0	0	0
LT (mês) =	1	Rec. Programado												
		Estoque	0	0	0	68.024	72.349	0	0	0	0	0	0	0
ES =	0	Recebimento de Ordens Planejadas			0	0	68.024	144.698	144.698	15.540	15.540	0	0	0
		Liberação de Ordens Planejadas				68.024	144.698	144.698	15.540	15.540				
Filme açaí popular 1Kg														
Lote mínimo =	70	Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		Necessidade Bruta	0	0	0	0	590	912	65	65	0	0	0	0
LT (mês) =	1	Rec. Programado												
		Estoque	20	20	20	20	20	20	25	29	29	29	29	29
ES =	20	Recebimento de Ordens Planejadas			0	0	0	590	911	70	70	0	0	0
		Liberação de Ordens Planejadas				590	911	70	70					
Saco rafia açaí popular 40Kg														
Lote mínimo =	2.349	Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		Necessidade Bruta	0	0	0	0	0	0	5.957	259	259	0	0	0
LT (mês) =	1	Rec. Programado												
		Estoque	500	500	500	500	500	500	543	2.633	2.374	2.374	2.374	2.374
ES =	500	Recebimento de Ordens Planejadas			0	0	0	0	6.000	2.349	0	0	0	0
		Liberação de Ordens Planejadas						6.000	2.349					

Fonte: Autores (2020).

Na Figura 5 consta o MRP do açaí médio com a liberação das ordens de produção e compras geradas nos diferentes períodos do horizonte de planejamento.

Figura 5 – MRP do produto açaí médio SC 40

		Açaí Médio SC 40	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		MPS	11.375	3.264	612	408		5.508	18.730	16.856				
Açaí médio 1Kg														
Lote máximo =	724.115	Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		Necessidade Bruta	0	455.000	130.560	24.480	16.320	0	220.320	749.200	674.240	0	0	0
LT (mês) =	1	Rec. Programado	0	0	0	0	0	0	25.085	0	0	0	0	0
ES =	0	Estoque	0	0	0	0	0	0	245.405	724.115	674.240	0	0	0
		Recebimento de Ordens Planejadas	455.000	130.560	24.480	16.320	0	245.405	724.115	674.240				
		Liberação de Ordens Planejadas	455.000	130.560	24.480	16.320		245.405	724.115	674.240				
Açaí in natura convencional														
Lote máximo =	724.115	Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		Necessidade Bruta	682.500	195.840	36.720	24.480	0	368.108	1.086.173	1.011.360	0	0	0	0
LT (Mês) =	1	Rec. Programado	682.500											
ES =	0	Estoque	0	0	0	0	0	294.000	650.008	287.950	0	0	0	0
		Recebimento de Ordens Planejadas		195.840	36.720	24.480	294.000	724.115	724.115	723.410	0	0	0	0
		Liberação de Ordens Planejadas	195.840	36.720	24.480	294.000	724.115	724.115	723.410					
Filme açaí médio 1Kg														
Lote mínimo =	353	Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		Necessidade Bruta	2.867	823	154	103	0	1.546	4.562	4.248	0	0	0	0
LT (Mês) =	1	Rec. Programado	2.866											
ES =	100	Estoque	100	100	299	196	196	100	100	100	100	100	100	100
		Recebimento de Ordens Planejadas		823	353	0	0	1.450	4.562	4.248	0	0	0	0
		Liberação de Ordens Planejadas	823	353		1.450	4.562	4.248						
Saco rafia açaí médio 40Kg														
Lote mínimo =	11.755	Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		Necessidade Bruta	0	11.375	3.264	612	408	0	5.508	18.730	16.856	0	0	0
LT (Mês) =	1	Rec. Programado	2.866											
ES =	5.000	Estoque	5.000	5.380	13.871	13.259	12.851	12.851	7.343	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
		Recebimento de Ordens Planejadas		11.755	11.755	0	0	0	0	16.387	16.856	0	0	0
		Liberação de Ordens Planejadas	11.755	11.755					16.387	16.856				

Fonte: Autores (2020).

Na Figura 6 consta o MRP do açaí especial com a liberação das ordens de produção e compras geradas nos diferentes períodos do horizonte de planejamento.

Figura 6 – MRP do produto açaí especial SC 40

		Açaí Especial SC 40	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		MPS	324					1.134	2.430	26.550				
Açaí especial 1Kg														
Lote máximo =	363.186	Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		Necessidade Bruta	12.960	0	0	0	0	0	45.360	97.200	1.062.000	0	0	0
LT (Mês) =	1	Rec. Programado	12.960											
ES =	0	Estoque	0	0	0	0	0	115.001	432.827	698.814	0	0	0	0
		Recebimento de Ordens Planejadas		0	0	0	0	115.001	363.186	363.186	363.186	0	0	0
		Liberação de Ordens Planejadas				115.001	363.186	363.186	363.186	363.186				
Açaí in natura convencional														
Lote máximo =	363.186	Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		Necessidade Bruta	0	0	0	0	172.502	544.780	544.780	544.780	544.780	0	0	0
LT (Mês) =	1	Rec. Programado	0	0	0	354.186	544.871	363.277	181.683	0	0	0	0	0
ES =	0	Estoque	0	0	0	0	354.186	363.186	363.186	363.186	363.096	0	0	0
		Recebimento de Ordens Planejadas		0	0	354.186	363.186	363.186	363.186	363.096				
		Liberação de Ordens Planejadas			354.186	363.186	363.186	363.186	363.096					
Filme açaí especial 1Kg														
Lote mínimo =	177	Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		Necessidade Bruta	0	0	0	0	725	2.288	2.288	2.288	0	0	0	0
LT (Mês) =	1	Rec. Programado	0	0	0	0	0	0	0	0				
ES =	100	Estoque	100	1.100	2.100	3.100	3.375	2.087	799	111	111	111	111	111
		Recebimento de Ordens Planejadas		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.600	0	0	0	0
		Liberação de Ordens Planejadas	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.600					
Saco rafia açaí especial 40Kg														
Lote mínimo =	11.755	Período	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		Necessidade Bruta	324	0	0	0	0	0	1.134	2.430	26.550	0	0	0
LT (Mês) =	1	Rec. Programado	324											
ES =	5.000	Estoque	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	15.621	13.191	5.000	5.000	5.000	5.000
		Recebimento de Ordens Planejadas	0	0	0	0	0	0	11.755	0	18.359	0	0	0
		Liberação de Ordens Planejadas							11.755	18.359				

Fonte: Autores (2020)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme o que foi apresentado, o presente trabalho alcançou o objetivo a qual se comprometeu que foi de analisar e propor o sistema de planejamento e controle da produção condizente com as especificidades de uma empresa produtora de polpas de frutas, à luz do Modelo de Classificação Multidimensional dos

Sistemas de Produção (MCMSP).

Ao longo do trabalho foi possível adquirir informações bibliográficas e da empresa que deram sustentação de que o MRP é o melhor sistema a ser implantado. E isto, requer um bom envolvimento de todos os setores da empresa, em função da importância na integração das informações entre os setores envolvidos para o pleno funcionamento do sistema.

Na nova estrutura proposta as informações passam pelos setores de forma mais coerente contribuindo para resultados mais assertivos na programação feita pelo setor de PCP fazendo com que tudo seja executado com os materiais certos, e no tempo e quantidade adequados.

Algumas limitações foram encontradas no presente trabalho, como o fato de ter poucos trabalhos publicados que mostram propostas de estrutura de planejamento e controle da produção (PCP) e a não possibilidade de implementação do modelo a priori no projeto piloto dentro da empresa.

Como sugestão de pesquisas futuras propõem-se o estudo mais aprofundado do sistema MRP e a sua implementação na empresa, acompanhando os resultados. Além disto, procura-se elaborar as soluções das disfunções, que mostrou que o *layout* e o estoque não estão adequados, com isso, seria interessante fazer um trabalho de *layout* e outro de estoque para se adequar mais ainda no sistema de MRP e verificar o resultado.

REFERÊNCIAS

- [1] BUFFA, E. S.; MILLER, J. G. Production-Inventory Systems Planning and Control. Homewood (Illinois): Richard D. Irwin, 1979.
- [2] CONSTABLE, C. J.; NEW, C. C. Operation Management, a Systems Approach Through Text and Cases. London: John Wiley, 1976.
- [3] CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. Planejamento, Programação e Controle da produção. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001.
- [4] FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. Planejamento e Controle da Produção: dos Fundamentos ao Essencial. 1^a ed. São Paulo: Atlas, 2010. GIUGLIANI, E.; FIALHO, F. P.; SANTOS, N; LIMBERGER, S. J. Gestão do
- [5] Conhecimento no contexto de Organizações Universitárias e Parques Tecnológicos. XXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2006. Disponível em: <http://www.ngs.ufsc.br/wp-content/uploads/2010/05/GIUGLIANI_FIALHO_ETAL_2006.pdf>. Acesso em: 02/04/2018.
- [6] JOHNSON, L. A.; MONTGOMERY, D. C. Operations Research in production planning, scheduling and inventory control. New York: John Wiley, 1974.
- [7] MACCARTHY, B. L.; FERNANDES, F. C. F. A multi-dimensional classification of production systems for the design and selection of production planning and control systems. Production Planning and Control, v. 11, n. 5, p. 481-496, 2000.
- [8] MESQUITA, M. A.; SANTORO, M. C. Análise de modelos e práticas de planejamento e controle da produção na indústria farmacêutica. Revista Produção, v. 14, n. 1 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132004000100007&script=sci_abstract&tlang=pt>. Acesso em: 04/04/2018.
- [9] NEVES, M. M.; PENA, H. W. A.; BAHIA, P. Q. Planejamento da produção e a gestão financeira do cultivo de açaí no estado do Pará, Amazônia, Brasil, Observatorio de la Economia Latinoamericana, n 198, 2014. Disponível em <<http://www.eumed.net/cusecon/ecolat/br/14/cultivo-azai.html>>. Acesso em: 22/04/2018.
- [10] SLACK, N.; CHAMBERS, R. J; JOHNSTON, R. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 2009.
- [11] TUBINO, Dalvio Ferrari. Planejamento e Controle da Produção: Teoria e prática. 1^a ed. São Paulo: Atlas, 2007.

Capítulo 9

Algoritmo de Evolução Diferencial em resolução do problema de despacho econômico de usinas termelétricas

Tiago Gomes Cabana

Daniel Zarpelão Porcel

Leonardo Nepomuceno

Resumo: A evolução diferencial (ED) é um método de otimização heurística que pode ser usada para minimizar funções de espaço contínuo não-linear e não-diferenciável com parâmetros de valor real, na qual teve o surgimento com storn e price. Neste trabalho, será apresentado o conceito da ED e os procedimentos para a sua realização, em que seus operadores têm como base o princípio da evolução natural com os objetivos de manter a diversidade da população e evitar as convergências prematuras. Por fim é realizado um estudo de caso, onde é feito a resolução de um problema de despacho econômico de usinas termelétricas através do método da ED. O método é testado em dois modelos distintos, em que o primeiro, que não possui convexidade, será utilizado para estudo dos parâmetros da ED e o segundo para resolução do despacho econômico com ponto de válvula.

Palavras-chaves: Evolução Diferencial; Despacho Econômico; Heurísticas;

1. INTRODUÇÃO

A padronização do formato a ser utilizado nos artigos é essencial para a correta edição dos anais do evento. Este documento descreve os aspectos da formatação do modelo de artigos, portanto serve como referência.

Utilizando os estilos pré-definidos que constam deste documento, ele facilitará o seu trabalho. Para isso observe as instruções e formate seu artigo de acordo com o padrão definido ou copie e cole os textos do original diretamente numa cópia deste documento. Na avaliação do seu artigo esta formatação será de fundamental importância.

Uma das áreas estudadas dentro da pesquisa operacional é quando algumas ou todas as variáveis podem receber valores inteiros ou discretos. Quando um problema possui apenas variáveis inteiros, tem-se um chamado de problema de programação inteira (PI), sendo que se todas as variáveis forem binárias, temos o chamado problema de programação 0-1 ou binária (PB). Caso o um problema possua variáveis inteiros e reais este é denominado como problema de programação mista (PIM) (ARENALES et al., 2007).

Além disso ainda é possível classificar um problema como linear ou não linear, sendo que os problemas de programação linear a função objetivo e as restrições são lineares. Caso a função objetivo ou alguma das restrições for uma função não linear, este problema é classificado como não linear. Este trabalho estará analisando estratégias em um modelo descrito como um problema de programação linear inteiro misto (PLIM). Quando a informação sobre a linearidade do problema estiver omitida, significa que o problema é linear, portanto por convenção adotaremos neste trabalho apenas Programação Inteira Mista (PIM).

A resolução de problemas genéricos de Programação Inteira Mista, são baseados nos enfoques de enumeração implícita ou *branch-and-bound*, e de planos de corte. Esses enfoques geraram, na década de 1980, o método *branch-and-cut*, que atualmente estão presentes nos pacotes de otimização, como o CPLEX.

O primeiro algoritmo de *branch-and-bound* foi apresentado por Land e Doig (1960). Neste algoritmo, uma variável com valor fracionário gera um número de nós correspondentes aos valores inteiros que a variável podia assumir. É um dos métodos para a resolução de problemas de programação inteiro, em que ele é baseado em alguns passos principais, como aproximação, a ramificação (*branching*) e a limitação (*bounding*)(ARENALES et al., 2007) (HILLIER; LIEBERMAN, 2010).

Algoritmos de plano de corte fazem uma aproximação da envoltória convexa da região factível de um problema de programação inteira que contenha um ponto extremo que corresponde a solução ótima. Esse algoritmo foi proposto por Gomory, e demonstra que a convergência do seu método é finita se as linhas que geram cortes forem escolhidas de forma apropriada (ARENALES et al., 2007).

O método *branch-and-cut*, combina as estratégias com os métodos *branch-and-bound* e de planos de cortes e que tem como objetivo diminuir o número de nós da árvore de *branch-and-bound*. Desigualdades válidas são adicionadas em cada nó dessa árvore de modo para obter um limitante superior mais apertado no nó. As desigualdades de Gomory para problemas inteiros e inteiros mistos foram as primeiras propostas na literatura. Atualmente, há vários tipos de desigualdades válidas para problemas genéricos de programação inteira mista e desigualdades válidas para problemas específicos. O uso de planos de cortes para a solução de problemas genéricos de programação inteira foi praticamente abandonado nos anos de 60 e 70. Nos anos 80, planos de corte foram utilizados somente no nó raiz da árvore de *branch-and-bound*, gerando o método de *branch-and-cut*, em que seu primeiro algoritmo foi proposto por Padberg e Rinaldi para resolver o problema do caixeiro-viajante com 532 cidades (ARENALES et al., 2007).

O objetivo deste trabalho é analisar a influência das estratégias das escolhas dos nós, das ramificações, dos cortes para a resolução de um modelo de auto-produção formulado como problema de programação linear inteiro misto através da plataforma IBM ILOG-CPLEX. Assim segue a divisão deste trabalho: na seção 2 são apresentados alguns conceitos sobre o mercado de energia e a descrição do modelo de autoprodução, na seção 3 é feita uma breve explanação sobre a plataforma IBM ILOG CPLEX *optimization studio*, na seção 4 é apresentado o estudo de caso realizado e os resultados encontrados e por fim na seção 5 são apresentadas as conclusões deste trabalho.

2. MERCADOS DE ENERGIA E O MODELO DE AUTO-PRODUÇÃO

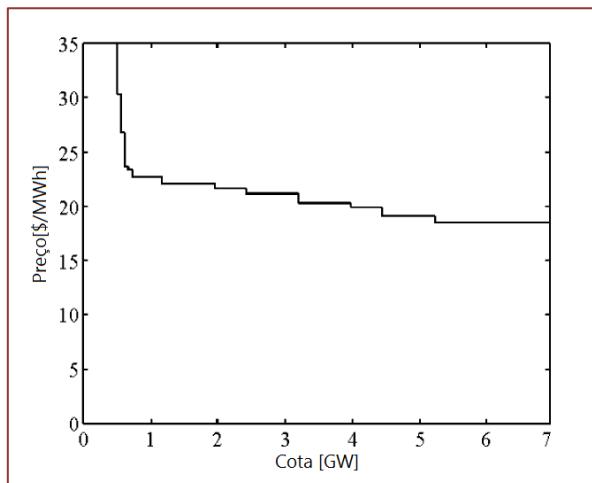
A comercialização de energia elétrica desde a década de 90 tem sido realizada através de leilões de energia, onde os mercados podem ser divididos em pool e *power exchange*, sendo que este segundo está

foro do escopo deste trabalho. No mercado de energia do tipo pool do dia seguinte (o leilão é realizado para o dia seguinte, sendo que existe também a comercialização para horizontes de tempo maiores), as companhias geradoras fazem ofertas de venda de blocos de energia de potência (MWh) e preços (\$/MWh) enquanto que os consumidores fazem lances de compras de blocos de potência (MWh) e preços (\$/MWh). Neste ambiente o Operador de Mercado, que tem por objetivo a maximização do bem estar social (CONEJO; CARRIÓN; MORALES, 2010), recebe as ofertas e lances e através de um Procedimento de Equilíbrio de Mercado (PEM) determina o preço de equilíbrio (preço de compra e venda de energia), bem como quais usinas serão despachadas e quais consumidores conseguirão comprar energia.

Neste ambiente as companhias geradoras podem ser classificadas em *price-maker*, companhias com grande poder de mercado, capazes de alterar o preço de equilíbrio, e as companhias *price-taker*, que não tem este poder, sendo que ambas têm por objetivo a maximização de seus lucros (TORRE; CONTRERAS; CONEJO, 2004). Alguns problemas são necessários para o alcance deste objetivo, sendo os principais o problema de auto-produção (AP), responsável pelo cálculo da melhor produção de cada usina da companhia que gerará o lucro ótimo, e o problema de lance estratégico, que calcula quais devem ser os lances ofertados no mercado para alcançar a produção calculada pelo problema de AP (TORRE et al., 2002).

Um modelo de AP para companhias *price-maker* que possuem matriz energética hidrelétrica e termelétrica é utilizado neste trabalho para análise da influência de estratégias de resolução de Problemas Linear Inteiro Misto. Este modelo possui com principal ferramenta a chamada curva cota-preço, onde é modelado o poder da companhia *price-maker*, apresentando qual a tendência do preço de equilíbrio de acordo com sua cota aceita no mercado. Como o leilão de energia é realizado através de ofertas de blocos de energia, esta curva é linear por partes e decrescente, sendo quanto maior a cota aceita menor será o preço de equilíbrio (TORRE et al., 2002). Para esta curva ser aplicada no modelo é utilizado uma técnica de linearização com variáveis binárias. Um exemplo de curva cota-preço é mostrado na Figura 1 e o modelo de AP é apresentado em (0.1).

Figura 1 – Exemplo de uma Curva Cota Preço típica de um GENCO price-maker



Adaptado de (TORRE; CONTRERAS; CONEJO, 2004)

3. MODELO DE AUTO-PRODUÇÃO

3.1. NOMENCLATURA

3.1.1. ÍNDICES

- t período;
- s bloco de discretização da curva cota-preço;
- j unidade de geração termelétrica;
- i unidade de geração hidrelétrica;

3.1.2. CONJUNTOS

- T período do problema de autoprodução;
- N_t blocos de discretização da curva cota-preço no período t ;
- NT geradores termelétricos;
- NH geradores hidrelétricos;
- Ω_i Restrições de geração referentes a usina hidrelétrica i ;
- Φ_j Restrições de geração referentes a usina termelétrica j ;

3.1.3. FUNÇÕES

$c_{t,j}(p_{t,j})$ custo de geração de usina termelétrica j em função de sua potência de saída;

3.1.4. CONSTANTES

- $Q_{t,s}^{min}$ cota mínima do bloco de discretização s no período t da curva cota-preço, dado por $Q_{t,s}^{min} = \sum_{i=1}^{s-1} B_{t,i}^{max}$
- $B_{t,s}^{max}$ cota do bloco de discretização s no período t da curva cota-preço;
- $\lambda_{t,s}$ preço associado bloco de discretização s no período t da curva cota-preço;

3.1.5. VARIÁVEIS

- $p_{t,j}$ potência ativa gerada pela unidade termelétrica j da companhia no período t ;
- $p_{t,i}$ potência ativa gerada pela unidade hidrelétrica i da companhia no período t ;
- q_t cota de produção da companhia no período t ;
- $u_{t,s}$ variável binária que assume 1 se o bloco de discretização s é o último bloco necessário à obtenção do valor da cota q_t no período t , e assume 0, caso contrário;
- $b_{t,s}$ variável que representa o valor fracionário do bloco de discretização s no período t ;
- $v_{t,j}$ variável binária que assume 1 se a unidade termelétrica j está online no período t ;
- $y_{t,j}$ variável binária que assume 1 se a unidade termelétrica j teve ligou no período t ;
- $z_{t,j}$ variável binária que assume 1 se a unidade termelétrica j teve desligou no período t ;
- $v_{t,i}$ variável binária que assume 1 se a unidade hidrelétrica i está online no período t ;
- $y_{t,i}$ variável binária que assume 1 se a unidade hidrelétrica i teve ligou no período t ;
- $z_{t,i}$ variável binária que assume 1 se a unidade hidrelétrica i teve desligou no período t ;

3.2. MODELO

$$\underset{q,p,u,b}{Max} \sum_{t=1}^T \left[\sum_{s=1}^{N_t} \lambda_{t,s} \left(b_{t,s} + u_{t,s} Q_{t,s}^{min} \sum_{j=1}^{NT} c_{t,j}(p_{t,j}) \right) \right] \quad (2a)$$

sujeito a:

$$q_t = \sum_{i=1}^{NH} p_{t,i} + \sum_{j=1}^{NT} p_{t,j}, \forall t = 1, \dots, T \quad (2b)$$

$$q_t = \sum_{s=1}^{N_t} (b_{t,s} + u_{t,s} Q_{t,s}^{\min}) \quad (2c)$$

$$\sum_{s=1}^{N_t} u_{t,s} = 1, \forall t = 1, \dots, T \quad (2d)$$

$$0 \leq b_{t,s} \leq u_{t,s} B_{t,s}^{\max} \quad (2e)$$

$$p_{t,i} \in \Omega_i, \forall t = 1, \dots, T, \forall i = 1, \dots, NH \quad (2f)$$

$$p_{j,i} \in \Phi_j, \forall t = 1, \dots, T, \forall j = 1, \dots, NT \quad (2g)$$

$$y_{t,i} - z_{t,i} = v_{t,i} - v_{t-1,i}, \forall t = 1, \dots, T, \forall i = 1, \dots, NH \quad (2h)$$

$$y_{t,i} + z_{t,i} \leq 1, \forall t = 1, \dots, T, \forall i = 1, \dots, NH \quad (2i)$$

$$y_{t,j} - z_{t,j} = v_{t,j} - v_{t-1,j}, \forall j = 1, \dots, NT, \forall t = 1, \dots, T \quad (2j)$$

$$y_{t,j} + z_{t,j} \leq 1, \forall j = 1, \dots, NT, \forall t = 1, \dots, T \quad (2k)$$

$$u_{t,s}, y_{t,i}, z_{t,i}, v_{t,i}, y_{t,j}, z_{t,j}, v_{t,j} \in \{0,1\}, \forall t = 1, \dots, T, \forall i = 1, \dots, NH, \forall j = 1, \dots, NT \quad (2l)$$

A função objetivo (2a) é maximização dos lucros, onde o termo $b_{t,s} + u_{t,s} Q_{t,s}^{\min}$, que é a cota q_t da companhia no período t como pode ser observado na restrição (2c), é multiplicado por $\lambda_{t,s}$, que é o preço de equilíbrio do mercado na hora t , resultando assim na receita bruta da companhia. O Termo $c_{t,j}(p_{t,j})$ apresenta os custos de produção de energia em função da produção para as usinas termelétricas, já que as usinas hidrelétricas não possuem custos de combustível para produção de energia. Desta forma a função objetivo busca maximizar a receita líquida da companhia.

A restrição (2b) define que a somatória das potências geradas nas usinas hidrelétricas e termelétricas é igual a cota de geração da companhia. As restrições (2c) a (2e) modelam a linearização da curva cota-preço, e pode ser visto detalhadamente em (TORRE et al., 2002). Os termos $B_{t,s}^{\max}$, $Q_{t,s}^{\min}$ e $\lambda_{t,s}$ são valores retirados da curva cota-preço.

A restrição (2f) define que a potência de cada usina hidrelétrica i no período t está sujeita a um conjunto de restrições Ω_i como restrições relacionadas ao engolimento, vertimento e defluência, restrições em volumes de reservatório, balanço de água nodal, cotas de montante e jusante, altura de queda líquida, potência de saída máxima e engolimento máximo e função de produção hidráulica. De modo análogo a restrição (2g) define que potência de cada usina termelétrica j no período t está sujeita um conjunto de restrições Φ_j como restrições de mínimo tempo ligado e desligado de uma usina, tomada e alívio de carga e limites de geração de cada usina. Por fim as restrições (2h) a (2k) modelam os *status* dos geradores termelétricos e hidrelétricos, para evitar situações ilógicas como por exemplo, partidas e paradas simultâneas de um gerador em mesmo período.

Este modelo foi escrito em forma de um problema linear inteiro misto, onde as variáveis mostradas na restrição (2l) são as únicas variáveis inteiras, no caso binário.

4. IBM CPLEX

O software utilizado para implementação e resolução dos problemas de programação linear inteira mista foi o IBM ILOG CPLEX *Optimization Studio* versão 12.6 em um computador com processador Inter Core i7, 16 Gb de RAM. Este software apresenta um ambiente de desenvolvimento (IDE) com uma linguagem de programação própria conhecida como OPL(*Optimization Programming Language*).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O sistema que foi utilizado para o estudo de caso é composto por 20 unidades geradoras que foram divididas arbitrariamente em 3 companhias de geração. Os valores dos blocos de ofertas das unidades geradoras e dos lances dos consumidores foram retirados de (ARROYO; CONEJO, 2002). Em (CABANA; NEPOMUCENO, 2016) é descrito detalhadamente a construção das curvas cota-preço de cada uma das

companhias. De acordo com as curvas cota-preço, apenas uma delas tem características price-maker, portanto o modelo foi aplicado apenas para esta companhia, que possui 4 usinas hidrelétricas e 3 usinas termelétricas. A análise dos valores de despacho de cada uma das usinas da companhia está fora do escopo desta pesquisa. O modelo final possui 7066 restrições, com 4873 variáveis sendo 1176 binárias.

Dado esse sistema, foram feitos testes com as configurações da Plataforma IBM ILOG CPLEX com o objetivo de analisar as influências das estratégias das escolhas dos nós, variáveis de ramificação, de seleção, tolerâncias, no o problema de autoprodução.

A Plataforma IBM ILOG CLPEX apresenta os seguintes tipos de cortes:

- Comutador de cliques de PIM
- Comutador de coberturas de PIM
- Comutador de cortes disjuntivos de PIM
- Comutador de cortes de cobertura de fluxo de PIM
- Comutador de Cortes Fracionários de Gomory de PIM
- Comutador de cortes de GUB de PIM
- Comutador de cortes de limite implícitos válidos localmente do PIM
- Comutador de corte MIR (arredondamento de número inteiro misto) de PIM
- Comutador de Corte de MCF
- Comutador de corte de caminho de fluxo de PIM
- Comutador de cortes zero-metade de PIM

Foram realizados os seguintes tipos de testes no modelo, sendo todos tem como resultado da função objetivo 626.324,538 e os tempos de processamento são apresentados na Tabela 1 :

Caso A: Todos os tipos de cortes de modo “automático”;

Caso B: Todos os tipos de cortes como “Não gerar cortes”;

Caso C: Todos os tipos de cortes como “Gerar cortes agressivamente”;

Caso D: Todos os tipos de cortes como “Gerar cortes moderadamente”, com exceção da opção de “Comutador de cortes fracionários Gomory de PIM” em que foi selecionado para gerar cortes “agressivamente”;

Caso E: todos os tipos de cortes com a opção “Muito agressivamente”;

Tabela 1 – Resultados dos cortes obtidos para os casos estudados

Casos	Tempo (min)	Nº de Nós
A	00:25:16	2250
B	03:53:34	593740
C	00:37:31	1808
D	00:17:28	4185
E	00:26:64	628

Analizando o tempo computacional, observa-se que o melhor resultado encontrado para a análise dos cortes é o Caso D. Em seguida foram realizados 4 testes sucessivos nos 11 tipos de cortes para encontrar a configuração de corte com o menor tempo computacional, que ocorre com a opção “Não Gerar cortes” para os modos “Cortes disjuntivos”, “Cortes fracionários Gomory” e “Cortes de caminho de fluxo”, a opção “Agressivamente” para os modos “Cortes de GUB” e “Cortes de fluxo Multi-commodity” e para “Cortes Zero-metade” selecionar “Nenhuma geração”, e o restante de cortes serão selecionados “Moderadamente”, obtendo o resultado apresentado na Tabela 2:

Tabela 2 – Melhor resultado obtido com os 11 tipo de cortes

Casos	Tempo (min)	Nº de Nós
F	00:12:61	962

Mantendo as opções da melhor avaliação que foi encontrada para a análise dos cortes (Caso F), foram realizados outros testes para verificar o tempo computacional. No caso foram variados o Método de Resolução do Algoritmo Inicial e do Algoritmo de Subproblema PIM,e os resultados são apresentados respectivamente nas Tabelas 3 e 4. Vale ressaltar que para a análise do método de resolução do algoritmo de subproblema foi escolhida a melhor opção de método de resolução do algoritmo inicial.

Tabela 3 – Resultados do Algoritmo Inicial

Métodos de Resolução	Tempo (min)
Simplex Primitivo	00:12:69
Simplex Dual	00:15:50
Simplex de Rede	00:27:38
Barreira	00:12:50
Peneiração	00:15:68
Dual, Barreira e Peneiração	00:15:79

Tabela 4 – Resultados do Algoritmo de Subproblema de PIM

Métodos de Resolução	Tempo (min)
Simplex Primitivo	00:13:56
Simplex Dual	00:12:60
Barreira	01:26:00
Peneiração	00:11:38

Utilizando o método de resolução Barreira para o algoritmo inicial e o método de resolução de peneiração para o algoritmo de subproblema foi alterado a estratégia de seleção de nó. Os resultados são apresentados na Tabela 5, onde tem-se que o melhor método de seleção de nós é o de Melhor Estimativa.

Tabela 5 – Resultados de Estratégias de Seleção

Estratégia de Seleção	Tempo (min)
Profundidade	00:11:38
Melhor Limite	00:11:87
Melhor Estimativa	00:07:64
Melhor Estimativa Alternativa	00:10:81

Após feito esses testes, e com as configurações para se ter um menor tempo computacional, foram avaliados a tolerância de integralidade, que especifica a tolerância pela qual a variável pode assumir um valor não inteiro e mesmo assim ser considerável inteiro, e a tolerância de diferença de PIM relativa, que configura a diferença entre o melhor objetivo de número inteiro já encontrado e o objetivo do melhor nó restante, também conhecido com o GAP. As Tabelas 6 e 7 apresentam os resultados das variações das tolerâncias de integralidade e de diferença de PIM relativa.

Tabela 6 – Resultados obtidos pelas Tolerâncias de Integralidade

Tolerância	Tempo (min)	Função Objetivo
1,0 E-6	00:07:87	626.324,538
1,0 E-5	00:07:92	626.324,538
1,0 E-4	00:08:02	626.324,538
1,0 E-3	00:07:91	626.324,538
1,0 E-2	00:07:82	626.324,538
1,0 E-1	00:08:04	626.324,538
0,0	00:07:98	626.324,538

Tabela 7 – Resultados obtidos pelas Tolerâncias de diferença de PIM

Tolerância	Tempo (min)	Função Objetivo
0,0	00:08:32	626.324,538
1,0 E-1	00:00:73	623.614,109
1,0 E-2	00:00:71	623.614,109
1,0 E-3	00:06:86	626.324,538
1,0 E-4	00:07:85	626.324,538
1,0 E-8	00:07:92	626.324,538
1,0 E-20	00:07:85	626.324,538
1,0 E-50	00:08:02	626.324,538

Como as variáveis inteiras do modelo trabalhado eram binárias, assumiam necessariamente o valor 0 ou 1, a não alteração do valor da função objetivo já era esperada, pois independente da tolerância de integralidade assumida, as variáveis binárias sempre serão inteiras. Porém ao analisarmos a tolerância de diferença de PIM relativa, observamos que é possível obtermos resultados muito mais rápido computacionalmente, menos de 1 segundo, porém a função objetivo não terá o melhor valor possível.

Foi feito o teste com tolerância 0 para verificar qual deve ser o melhor valor da função objetivo, lucro ótimo, e através da Tabela 7 é possível observar que com uma tolerância de "1,0 E-3" o modelo encontra o lucro ótimo com um tempo computacional menor.

6. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi apresentado um problema de auto-produção, relativamente grande, onde foi possível fazer a exploração de várias estratégias de seleção de nós, de plano de corte e de ramificação, através do software IBM ILOG CPLEX, que alteraram significativamente o tempo computacional de resolução do problema, sempre encontrando o valor ótimo do problema.

REFERÊNCIAS

- [1] ARENALES, M. et al. Pesquisa Operacional para Cursos de Engenharia. Rio de Janeiro/RJ: [s.n.], 2007. 1, 2
- [2] ARROYO, J.; CONEJO, A. Multiperiod auction for a pool-based electricity market. IEEE Transactions on Power Systems, v. 17, n. 4, p. 1225–1231, nov. 2002. ISSN 0885-8950. 4
- [3] CABANA, T.; NEPOMUCENO, L. Modelos de Auto-Produção de Geradores Tipo Price-Maker em Mercados Pool de Energia. 2016. Monografia (Bacharel em Engenharia Elétrica), UNESP (Universidade Estadual Paulista), Bauru, Brasil. 4
- [4] CONEJO, A. J.; CARRIÓN, M.; MORALES, J. M Decision Making Under Uncertainty in Electricity Markets. Boston, MA: Springer US, 2010. v. 153. (International Series in Operations Research & Management Science, v. 153). ISBN 978-1-4419- 7420-4 978-1-4419-7421-1. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-7421-1>>. 2
- [5] HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. Introdução à pesquisa operacional. [S.l.]: McGraw Hill, 2010. 1
- [6] TORRE, S. de la et al. Price maker self-scheduling in a pool-based electricity market: a mixed-integer LP approach. IEEE Transactions on Power Systems, v. 17, n. 4, p. 1037–1042, nov. 2002. ISSN 0885-8950. 2, 4
- [7] TORRE, S. de la; CONTRERAS, J.; CONEJO, A. Finding multiperiod Nash equilibria in pool-based electricity markets. IEEE Transactions on Power Systems, v. 19, n. 1, p. 643–651, fev. 2004. ISSN 0885-8950. 2

Capítulo 10

O uso de machine learning na gestão da cadeia de suprimentos: Um estudo bibliométrico

Roberto Ramos de Moraes

Roberto Giro Moori

Resumo: Machine learning (ML) vem ampliando sua utilização em diversos ambientes de negócios e pesquisadores têm produzido muitos estudos a respeito de seu uso. O objetivo deste trabalho é identificar na literatura o que tem sido produzido relacionando o uso de machine learning e cadeias de suprimentos. Os objetivos específicos são levantar artigos publicados sobre o tema; identificar as áreas de concentração destes artigos, identificar alguma possível lacuna de pesquisa. Para isso, foi construído um referencial teórico abordando cadeia de suprimentos e *machine learning* e posteriormente realizado um estudo bibliométrico com base na *Web of Science* de trabalhos publicados a partir de 2016. Estes trabalhos foram analisados conforme as leis de Lotka, de Bradford e de Zipf. Os resultados mostram uma concentração em temas tecnológicos/científicos e poucos trabalhos voltados para negócios e gestão, além de poucas publicações explorando o impacto do uso de *machine learning* no desempenho da cadeia.

Palavras-Chave: *Machine learning; Gestão da cadeia de suprimentos; estudo bibliométrico.*

1. INTRODUÇÃO

Tecnologia e cadeia de suprimentos avançam juntas, tornando as atividades inerentes aos elos mais rápidos e confiáveis. Nesta última década, o conceito de Indústria 4.0 surgiu, cresceu e tornou-se mais usual, tendo desdobramentos de terminologias, como Logística 4.0. Mas, é apenas um reflexo da penetração das tecnologias e modelos de negócios da Indústria 4.0 nas diversas atividades empresariais.

O histórico da evolução dessas tecnologias que contribuem para o avanço e desenvolvimento da cadeia de suprimentos demonstra este alinhamento, por exemplo, na década de 1990, tecnologias como EDI (intercâmbio eletrônico de dados), VANs (redes de valor agregado) e ECR (resposta eficiente ao cliente), entre outras, foram estudadas por autores como Silva e Fischmann (1999), apontando benefícios originados pelo seus usos: a redução dos custos de compra e venda, maior agilidade no atendimento ao cliente e ciclo de pedido, aumento no volume de vendas, sem mencionar políticas de estoque mais adequadas, aumento da rotatividade, promoções mais eficientes e variedade mais eficiente. Mas, tecnologias também sofrem obstáculos, como apresentados pelos autores citados, em relação à sua adoção, como resistência à cultura da empresa, pessoal desqualificado para a operação, dificuldade no desenvolvimento do sistema, incompatibilidade com sistemas internos, legislação (na época as faturas eletrônicas não tinham valor legal), atualização de registros, a falta de serviço de suporte dos fornecedores de tecnologia da informação.

Com o advento da Indústria 4.0, o nível de automação dos processos e captação de dados em grande quantidade e em tempo real tornou-se factível e tende a ser cada vez mais acessível às empresas. Neste ambiente, *machine learning* (ML) é uma tecnologia/ferramenta que vem ampliando sua utilização em diversos ambientes de negócios e pesquisadores têm produzido muitos estudos a respeito. Desta forma, o objetivo deste trabalho é identificar na literatura o que tem sido produzido relacionando o uso de *machine learning* e cadeias de suprimentos. Os objetivos específicos são: Coletar artigos publicados sobre o tema; Identificar as áreas de concentração destes artigos; Identificar alguma possível lacuna de pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Diversos autores vêm se debruçando sobre a conceituação de cadeia de suprimentos. Chopra e Meindl (2011) apresentam cadeia de suprimentos como o envolvimento direto ou indireto das partes (fabricante, fornecedores, transportadores, armazéns, varejistas e os próprios clientes) no atendimento ao pedido do cliente. Novaes (2015) segue direção semelhante, focando no fluxo de materiais, desde o fornecedor de matérias primas até consumidor final. Bowersox et al. (2014) consideram que a execução das operações da cadeia de suprimentos baseiam-se em grupos de informações específicos: gestão do relacionamento com clientes, logística, manufatura, compras e estoques. Ballou (2006) acrescenta ao indicar que a gestão da cadeia de suprimentos é responsável por criar valor para o cliente em termos de variáveis de tempo e local. Vitasek (2013) traz uma definição mais abrangente:

O gerenciamento da cadeia de suprimentos abrange o planejamento e o gerenciamento de todas as atividades envolvidas no suprimento, conversão e todas as atividades de gerenciamento logístico. É importante observar que também inclui coordenação e colaboração com os parceiros de canal, que podem ser fornecedores, intermediários, provedores de serviços terceirizados e clientes. Em essência, o gerenciamento da cadeia de suprimentos integra o gerenciamento da oferta e demanda dentro e entre as empresas. O gerenciamento da cadeia de suprimentos é uma função de integração com a principal responsabilidade de vincular as principais funções e processos de negócios dentro e entre empresas em um modelo de negócios coeso e de alto desempenho. Inclui todas as atividades de gerenciamento de logística mencionadas acima, bem como operações de fabricação, e lidera a coordenação de processos e atividades com e através de marketing, vendas, design de produtos, finanças e tecnologia da informação.

Por essa definição, percebe-se o escopo do SCM e a interação de várias atividades e áreas abrangidas por ele, aqui, com ênfase na tecnologia da informação. Ballou (2006) enfatiza a importância da cadeia de suprimentos para a estratégia de negócios, pois afeta os custos e as decisões da empresa sobre os processos de SCM estão diretamente relacionadas ao nível de serviço prestado ao cliente.

Para Jonsson e Gunnarsson (2005), os processos de criação, transformação e reivindicação de valor estão presentes nos diversos elos de valor das empresas, bem como na cadeia de suprimentos. Uma característica específica do link de valor é o processo de troca de valor entre a manufatura focal e o fornecedor externo, ilustrado nas três seguintes dimensões de valor-chave: desempenho da entrega, realização real e perda de valor. Essas dimensões estão inter-relacionadas à correspondência na entrega e recepção no processo de troca. Eles são baseados no valor percebido do cliente, que é julgado apenas com base no cliente subjetivo. Por outro lado, uma medida de valor ideal pode ser expressa como um valor obtido pelo cliente, que é filosoficamente importante, mas aparentemente complexo para substanciar.

Vanpoucke, Vereecke e Wetzels (2014) indicam que a experiência e o conhecimento do fornecedor afetam a capacidade do comprador de aprender, adaptar e criar mudanças, que envolvem troca de informações, análise de informações e adaptação da cadeia de suprimentos para lidar com novas realidades. As capacidades integrativas com fornecedores (SIC) visam melhorar o desempenho operacional e financeiro da cadeia de suprimentos. Os autores indicam três razões para possíveis falhas no processo de integração:

- Compradores e fornecedores não trocam as informações necessárias;
- Mesmo que compartilhem as informações, eles podem achar difícil analisar sistematicamente para entender o que está acontecendo na cadeia de suprimentos;
- Mesmo compartilhando e analisando as informações, eles podem não ter a capacidade de explorar as informações e reconfigurar a cadeia de suprimentos.

Esses são problemas que podem ser minimizados com o uso de *machine learning*.

2.2. MACHINE LEARNING

A questão de máquinas que aprendem é uma proposta que remonta à década de 1960, quando os primeiros estudos sobre o tema foram publicados. Com o aumento da capacidade de computação também aumentou a complexidade dos problemas que poderiam ser resolvidos. Desta forma, o conceito de *machine learning*, hoje, abrange uma série de ferramentas que buscam aprender e encontrar padrões em sistemas. Smith (2018) define a *machine learning* (ML) como a arte de programar computadores que permite ao computador aprender e ajustar automaticamente suas funções para aperfeiçoar a maneira como realiza suas tarefas, com o computador tendo a capacidade de melhorar seu desempenho com base em suas próprias experiências sem um programa explícito que indique exatamente o que fazer. Mohri, Rostamizadeh e Talwalkar (2018) definem que essa experiência se refere a informações passadas disponíveis para aprender, obtidas na forma de dados eletrônicos que podem ser analisados.

Hunter et al (2018) menciona que o avanço da tecnologia de aprendizado de máquina estimulou os gestores, especialmente no que diz respeito à combinação com outras tecnologias, como visão computacional, linguagem natural e análise de dados. Isso permite que as organizações extraiam valor de uma variedade de fontes de dados, como imagens, vídeos e áudios. Mas, alertam os autores, o uso dessas tecnologias vai muito além da implementação de algoritmos. As organizações devem crescer em um ecossistema de inteligência artificial, capacitando sua força de trabalho, estruturas e práticas fundamentais de dados, infraestruturas de computação e rede e uma estratégia de implantação que articule a aplicabilidade da inteligência artificial a conjuntos de problemas.

Mohri, Rostamizadeh e Talwalkar (2018) listam as tarefas padrão executadas pela ML:

- **Classificação:** designação da categoria para cada item, como equipes, região, segmentos de negócios, etc.
- **Regressão:** previsão do valor de cada item, como níveis de estoque ou indicadores econômicos. A penalidade por uma previsão incorreta é proporcional à magnitude da diferença entre o valor real e o valor previsto.
- **Pedido:** nesse caso, classifique os itens de acordo com algum critério, como a relevância do artigo para uma determinada pesquisa.
- **Agrupamento:** particionando um conjunto de itens em subconjuntos homogêneos. Essa tarefa geralmente é usada para conjuntos de dados muito grandes, como analisar uma rede social.
- **Redução de dimensionalidade ou aprendizado múltiplo:** transformando uma representação inicial de itens em uma representação menor, preservando algumas propriedades da representação inicial, como pré-processamento de imagens digitais.

O processo de aprendizado envolve a observação dos dados coletados e a comparação com os dados coletados anteriormente na busca de padrões e resultados e o ajuste de acordo com eles. Domingos (2012) e Smith (2018) definem que a aprendizagem é a soma de representação, avaliação e otimização, sendo:

- **Representação:** a máquina aprende a partir de um conjunto de hipóteses a serem testadas.
- **Avaliação:** a partir de uma função de avaliação ou função objetivo ou função de pontuação, separe-se os classificadores bons e ruins.
- **Otimização:** por meio de uma técnica de otimização pesquisa-se entre os classificadores os que apresentem os melhores resultados.

Domingos (2012) reforça que o principal objetivo da ML é a generalização além dos exemplos no conjunto de treinamento.

Segundo Smith (2018), a ML é usada principalmente para:

- Resolver problemas envolvendo longas listas de regras;
- Resolver problemas muito complexos que não têm solução aparente;
- Adotar novos dados em ambientes não estáveis.

Já Finlay (2017) apresenta uma pesquena lista de justificativas para o uso de *machine learning*:

- Maior acuracidade do que os especialistas humanos;
- Imparcialidade;
- Rapidez; e
- Mais baratos

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este artigo é um estudo quantitativo, conforme classificação apresentada por Cervo et al. (2007), tendo como base um estudo bibliométrico da amostra de artigos selecionada na base de dados *Web of Science*, entre os anos de 2016 e 2020. *Web of Science* é uma base abrangente, composta de diversas coleções, portanto possibilitando uma pesquisa com resultados significativos, o que justifica o seu uso para a pesquisa.

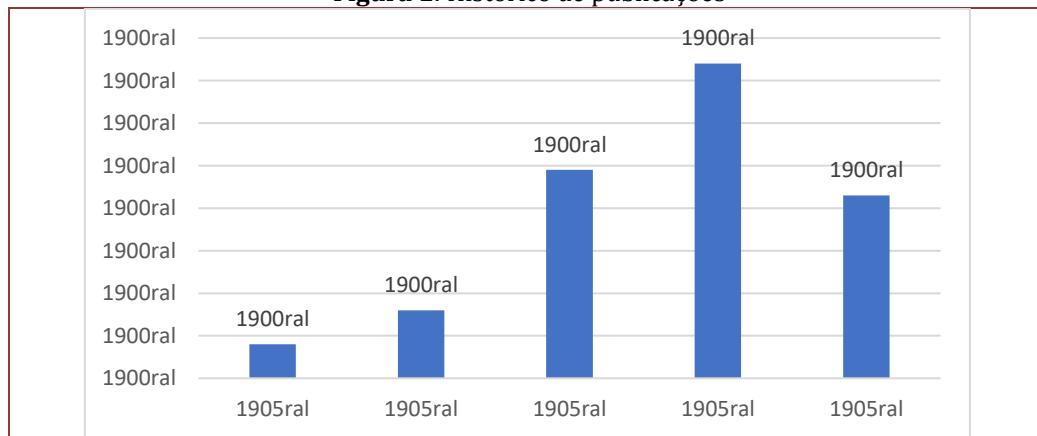
Foram identificados 190 trabalhos a partir da busca com base nas palavras chaves “*machine learning*” e “*supply chain*”. Os trabalhos encontrados estão distribuídos da seguinte maneira, de acordo com a classificação da *Web of Science*: 112 artigos, 56 *proceedings papers*, 22 *reviews*, 10 *early access*, 1 editorial e 1 *letter*, havendo intersecções entre essas categorias. Todos os trabalhos foram revisados por pares, sendo 189 publicações na língua inglesa e 1 na língua alemã. A soma do número de citações destes artigos é de 728 citações, sendo a média de 3,83 citações por item e h-index igual a 15.

Os resultados foram analisados conforme os consagrados métodos para a organização e a sistematização de informações propostos pelas leis de Lotka, de Bradford e de Zipf. A lei de Lotka visa a verificação da produtividade dos autores, buscando identificar se há uma concentração da produção em um pequeno número de autores responsável pela maior quantidade de publicações ou se há dispersão, indicando a pulverização da pesquisa sobre o tema. A lei de Bradford busca o mesmo em relação à produtividade dos periódicos, ou seja, se as produções se concentram em determinadas revistas. Por fim, a lei de Zipf mede a frequência de palavras em relação à determinado tema (FERREIRA, 2010).

4. RESULTADOS E ANÁLISES

O histórico da quantidade de publicações, no horizonte de 5 anos pesquisados, é apresentado na Figura 1:

Figura 1: Histórico de publicações

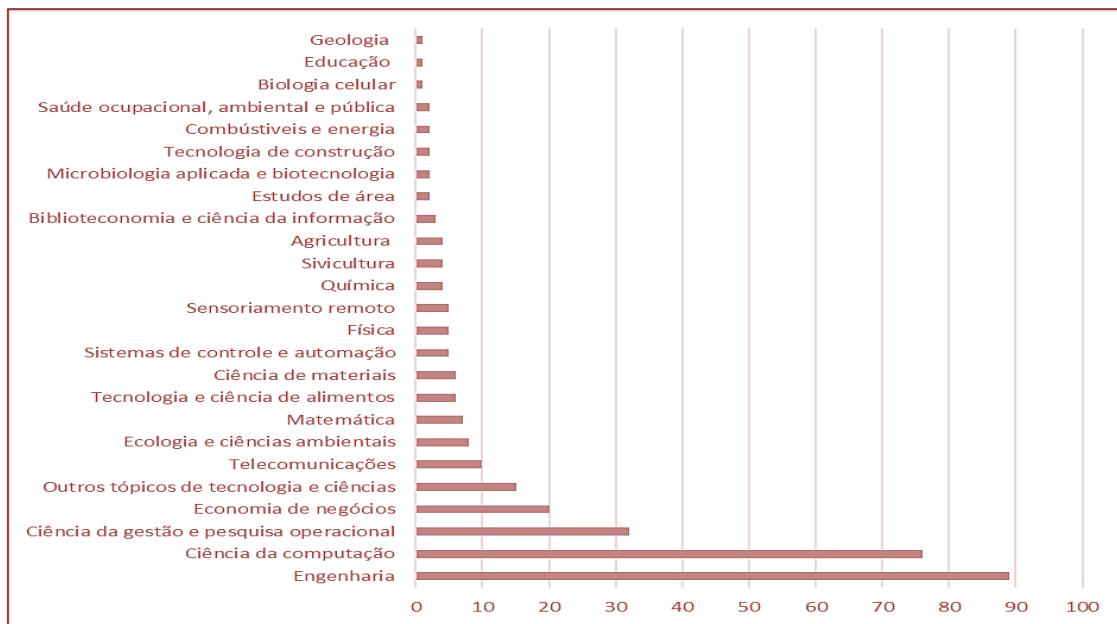


Fonte: os autores.

Percebe-se um crescimento da quantidade de publicações ao longo do tempo, demonstrando o interesse pela área. A quantidade menor no ano de 2020 justifica-se pela pesquisa ter sido realizada em julho de 2020.

Em relação às áreas de pesquisa, a Figura 2 mostra a predominância de áreas técnicas, lideradas por engenharia:

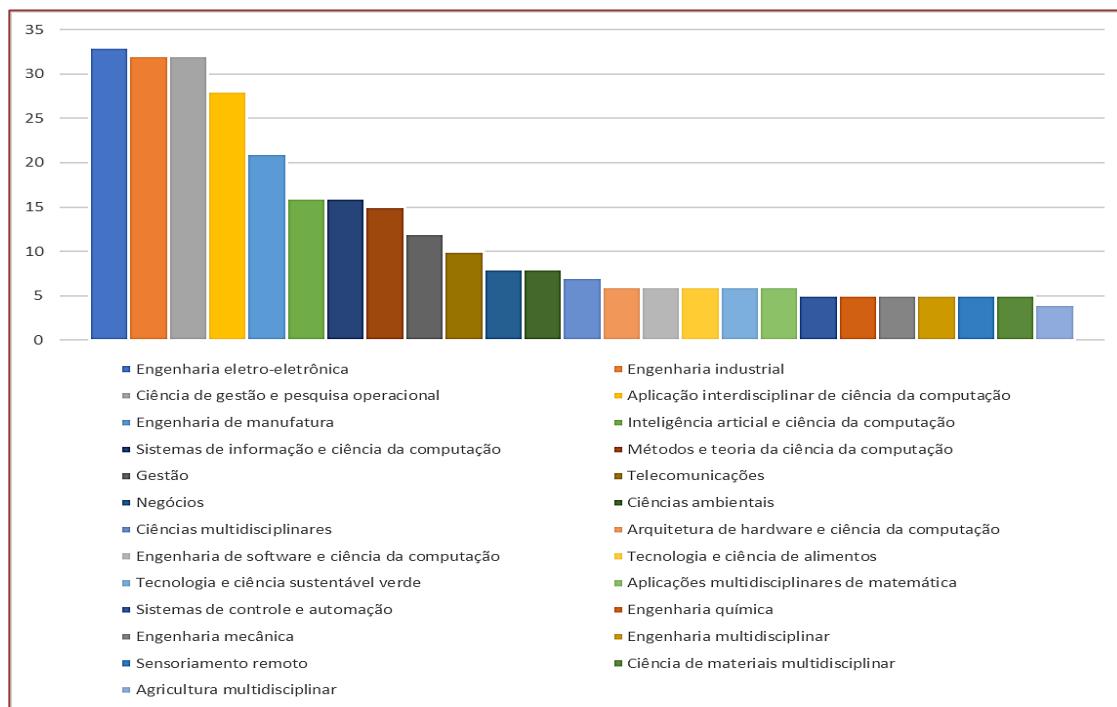
Figura 2: Quantidade de artigos por área



Fonte: os autores.

Na Figura 3, são apresentadas as quantidades de artigos por categorias. Nota-se o predomínio de categorias técnicas, havendo poucos artigos voltados às questões de gestão (12) e negócios (8).

Figura 3: Quantidade de artigos por categoria.

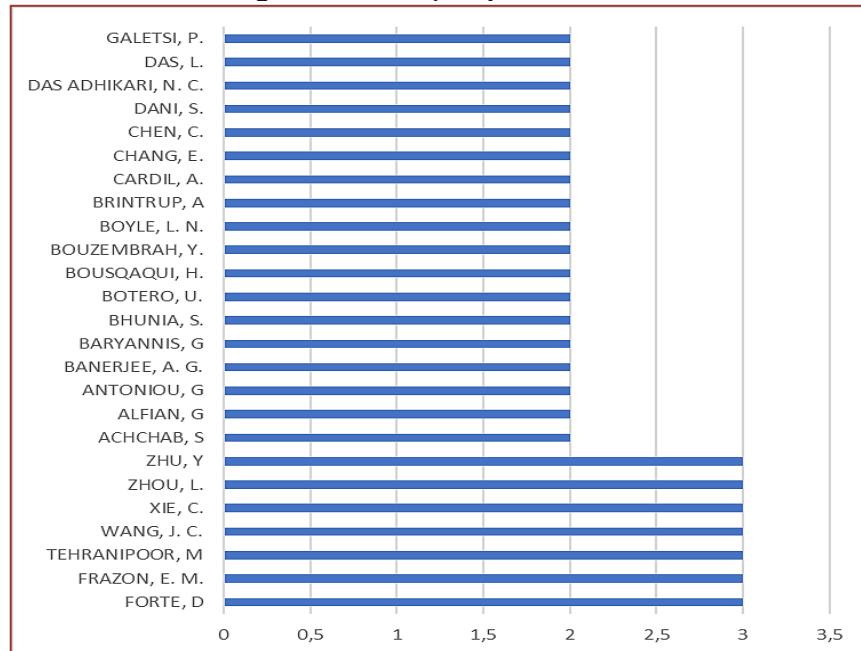


Fonte: os autores.

4.1. LEI DE LOTKA

A produtividade dos autores apresenta-se dispersa, uma vez que o maior número de publicações por autor é de 3 trabalhos, conforme apresentado na Figura 4 (apenas autores com 2 ou mais trabalhos):

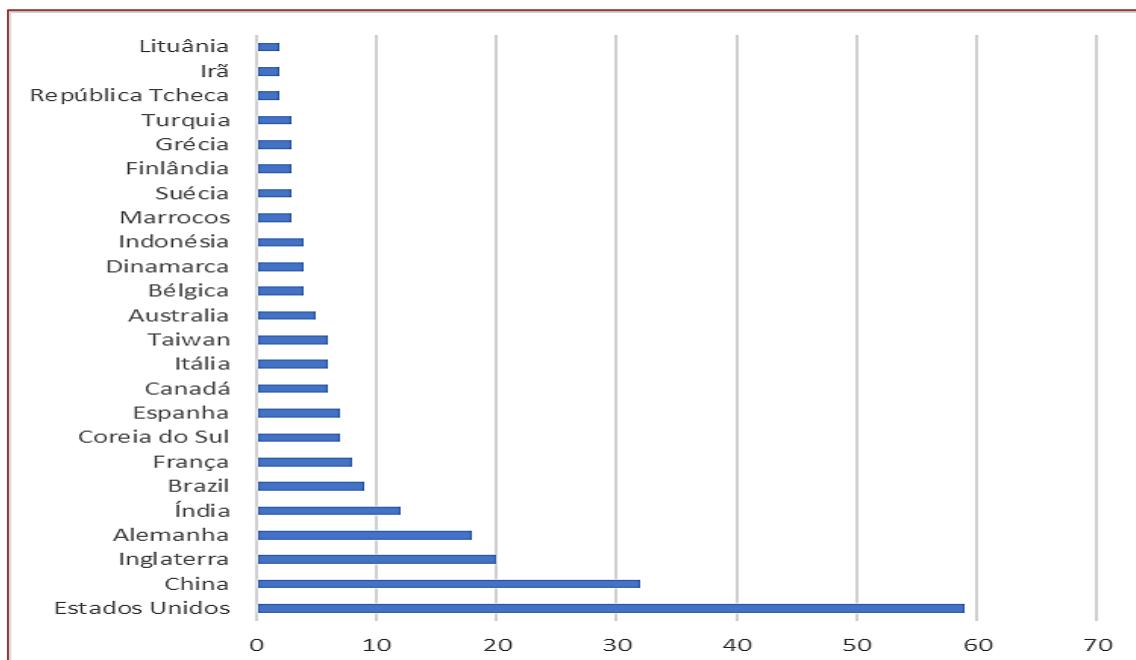
Figura 4: Publicações por autores



Fonte: os autores.

Mas em relação aos países de origem, há concentração nos Estados Unidos (59 trabalhos) e na China (32 trabalhos), conforme apresentado na Figura 5:

Figura 5: Países de origem

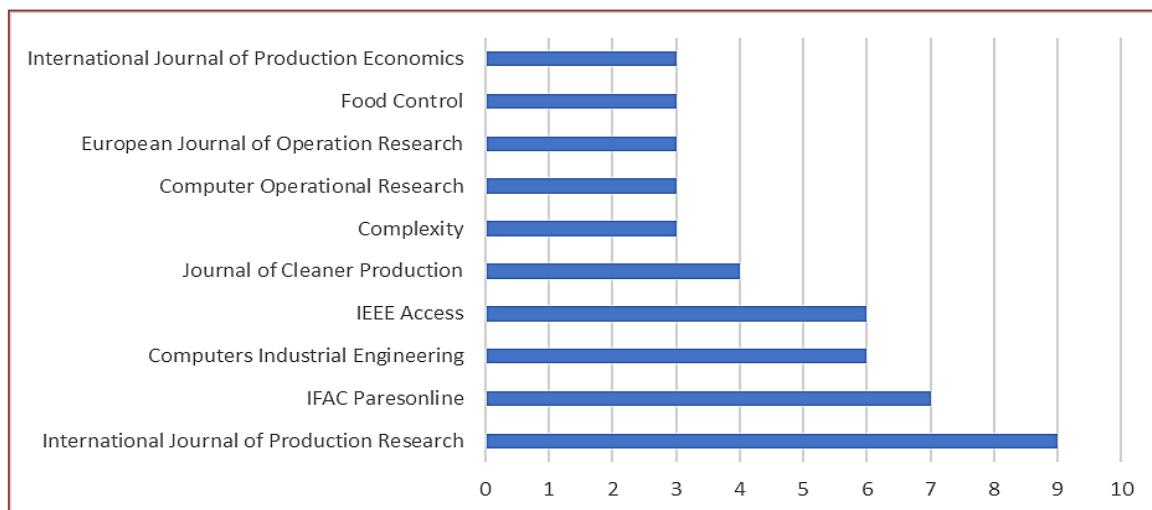


Fonte: os autores.

4.2. LEI DE BRADFORD

A produtividade dos periódicos, assim como a dos autores, também não apresenta concentração. Na Figura 6 são apresentados os periódicos com 3 ou mais trabalhos publicados sobre o tema nos últimos 5 anos.

Figura 6: Quantidade de publicações por periódico



Fonte: os autores

Quanto a eventos, apenas quatro apresentaram dois ou mais trabalhos sobre o tema: cinco trabalhos no 9th IFAC IFIP IFORS IISE Informs Conference on Manufacturing Modelling Management and Control IFAC MIM (2019); dois no 17th Wuhan International Conference on E-business (2018); dois no 49th IEEE International Test Conference ITC (2018); e dois no IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management IEEE IEEM (2018).

4.3 LEI DE ZIPF

Para as palavras-chave, foi produzida uma nuvem de palavras com as dez palavras que apresentaram maior frequência (Figura 7). Para isto foi utilizado o software *Wordle*.

Figura 7: Nuvem de palavras



Fonte: os autores

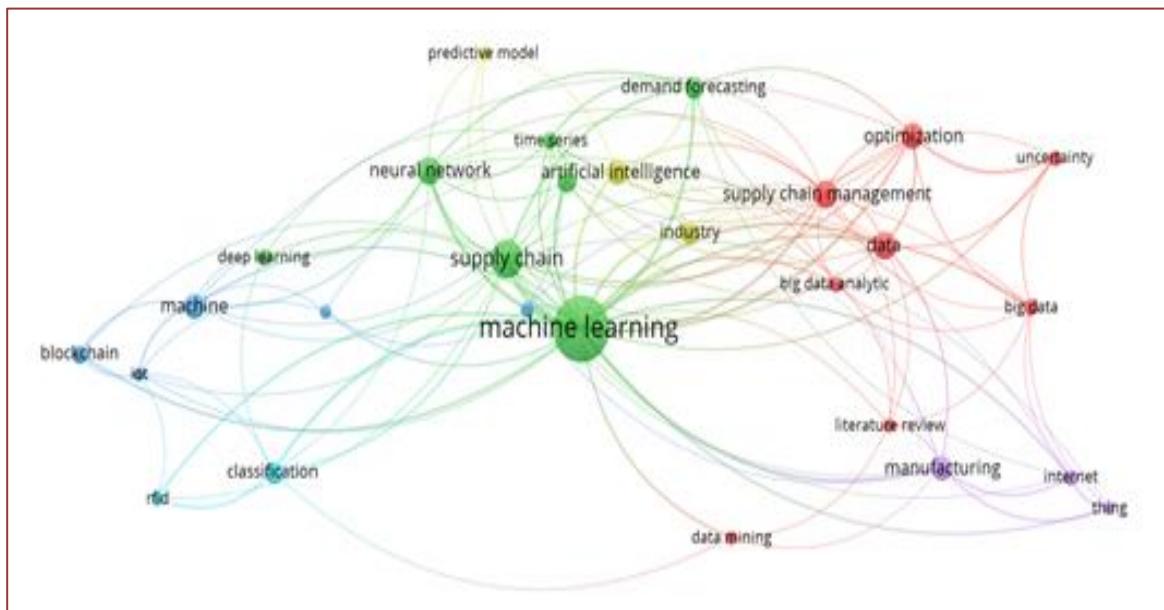
Uma vez que *machine learning* e *supply chain* foram as palavras chaves utilizadas na busca na base de dados, são as que aparecem com mais destaque. Mas, há outras palavras chaves ligadas a elas (o número entre parênteses):

- *Machine: Big data and machine learning (1), Ensemble machine learning (1), Individual machine learning (1), machine learning (98), machine learning algorithms (2), machine learning analysis (1), machine learning application (1), machine learning attack (1), machine learning for engineering applications (1), machine tool controller (1), machine tool data (1), supervised machine learning (1), support vector machine (3), integrated ensemble machine learning (1), machine learning method (1), machine vision (1).*
- *Learning* (com a retirada das citadas no tópico “*machine*”): *deep learning (6), Deep Reinforcement Learning (1), ensemble learning (1), inductive learning (1), learning (artificial intelligence) (1), online learning (1), Reinforcement Learning (1), SCIKIT Learning (1), self-learning particle swarm optimization (1), Bayesian network structure learning (1), imbalanced learning (1), transfer learning (1).*
- *Supply: Blood supply chain (2), Digital supply chain (1), Food supply chain (3), Global supply chains (1), Retail supply chain (2), supply (1), supply base risk analysis (1), supply chain (22), supply chain disruption (2), Supply chain event management (1), Supply chain management (15), supply chain map (1), supply chain mining (1), supply chain network (1), Supply chain risk (1), supply chain risk management (4), supply chain visibility (1), Supply Logistics (1), Supply risk (1), sustainable wood supply (1), Agricultural supply chain (1), E-commerce supply chain management (1), Online service supply chain (OSSC) (1), Perishable food supply chain (1), Smart supply chain (1), supply chain analytics (1), Supply chain finance (3), supply chain integrity (2), supply chain security (1), Supply chain technology (1).*
- *Chain* (com a retirada das citadas no tópico “*supply*”): *chain ethics (1).*

As demais palavras da nuvem da Figura 7 estão relacionadas a (já retiradas as citadas nos tópicos anteriores):

- *Data: big data (6), big data analytics (5), data (2), Data Analysis (6), Data driven predictive analytics (1), data ecosystem (1), Data Ethics (1), Data fusion (1), Data mining (5), Data mining methods (1), Data structures (1), Databases (2), Data-driven (1), Data-driven decision-support (1), Data-driven optimization (2), Materials data (1), multi-source data (1), Publication data (1), Secondary data (1), Sensor data (1), sources of data (1), UNISON data-driven framework (1), data economy framework (1), Data Science for Social Good (1), data sharing (1), Data-Driven Decision Making (1), Data-driven decision-making support (1), data-driven engineering (1), Data-driven prognosis (1), Streaming data (1).*
- *Management: Farm management information system (1), inventory management (2), Lean organization and management (1), operations management (2), risk management framework (1), warehouse management system (1), Energy Management (1), Knowledge Management (1), Logistics management (1), quality management (1).*
- *Forecasting: Collaborative forecasting (1), Credit risk forecasting (1), Demand forecasting (7), forecasting (8), Forecasting models (1), Rainfall forecasting (1), Real-time demand forecasting (1), Sales forecasting (2), Short-term demand forecasting (1), Time series forecasting (1).*
- *Systems: Computer vision system (1), credit evaluation system (1), cyber-physical system (3), Decision support system (3), early detection system (1), early warning system (1), energy system models (1), expert systems (1), Knowledge based systems (1), Multi-agent systems (3), Rotating multi-body system (1), security support system (1), Systems (1), Information systems (IS) research (1), Manufacturing system (1).*
- *Analytics: Policy analytics (1), analytics (2), Business analytics (1), Health analytics (1).*
- *Neural: Artificial Neural Network (4), Neural network (11), recurrent neural network (1), Deep Neural Network (DNN) (1), LSTM recurrent neural networks (1).*

O que se nota nestas relações é que algumas tecnologias aparecem com mais frequência ligadas ao tema deste trabalho, como *big data/ big data analytics* e redes neurais. Percebe-se também que a principal utilização de *machine learning* em cadeia de suprimentos estudada nos trabalhos pesquisados está ligada a previsões.

Figura 8: Rede de relações

Fonte: os autores (com o software VosViewer).

Pela rede de palavras, apresentada na Figura 8, percebem-se alguns agrupamentos. No centro, a própria palavra-chave *machine learning* ligada às palavras *supply chain*, *neural network*, *artificial* e *times series* (em verde). Periféricamente, destam-se dois grupos: um ligado à gestão da cadeia de suprimentos e a busca por sua melhoria (*optimization*, *uncertainty*, *big data analytics*) em vermelho e outa na busca do controle das operações (*blockchain*, *classification*, *RFID*), em azul.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao retomar os objetivos que nortearam este artigo, o objetivo geral foi alcançado, assim como o primeiro objetivo específico, com 190 artigos, uma quantidade significativa. Pode-se, também, identificar as áreas de concentração, a maioria em ciências e tecnologia, poucos na área de gestão. Desta forma, há muito espaço para a pesquisa focada em gestão, como por exemplo em desempenho (apenas 5 artigos utilizam alguma palavra-chave relacionada a *performance*), estratégia (apenas 2 artigos relacionados a *strategy*).

A contribuição deste trabalho está na identificação do pouco espaço dedicado ao uso de *machine learning* em cadeia de suprimentos sob a ótica de gestão, o que mostra a lacuna a ser preenchida.

Como proposta de pesquisas futuras, apresenta-se estudar a influência do uso de *machine learning* no desempenho de cadeias de suprimentos. E como limitações deste trabalho, pode citar o uso de apenas uma base de dados como fonte.

REFERÊNCIAS

- [1] BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. 5. ed. Bookman. Porto Alegre. 2006.
- [2] BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B.; BOWERSOX, J. C. Gestão logística da cadeia de suprimentos. 4. ed. Porto Alegre. 2014.
- [3] CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A.; DA SILVA, R. Metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- [4] CHOPRA, S.; MEINDL, P. Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações. 4. ed. São Paulo. Pearson Prentice Hall. 2011.
- [5] DOMINGOS, P. A Few Useful Things to Know About Machine Learning. Communications of the Acm. October 2012. Vol. 55, no. 10.

- [6] FERREIRA, A. G. C. Bibliometria na avaliação de periódicos científicos - bibliometrics in the evaluation of scientific journals. Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia, v. 5, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/31206>>. Acesso em: 15 mai. 2020.
- [7] FINLAY, S. Artificial intelligence and machine learning for business: a no-nonsense guide to data driven technologies. Relativistic Books. 2017,
- [8] HUNTER, A. P.; SHEPPARD, L. R.; KARLÉN, R.; BALIEIRO, L. Adoption of artificial intelligence. Center for Strategic and International Studies (CSIS). 2018.
- [9] JONSSON, S.; GUNNARSSON, C. Internet technology to achieve supply chain performance. Business Process Management Journal 11(4):403-417 July 2005.
- [10] MOHRI, M.; ROSTAMIZADEH, A.; TALWALKAR, A. Foundations of machine learning. 2nd ed. MIT Press. 2018.
- [11] NOVAES, A. G. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação. 4. ed. Rio de Janeiro. Elsevier. 2015.
- [12] SILVA, A. L.; FISCHMANN, A. A. Impacto da tecnologia de informação no supply chain management: um estudo multicase sobre a adoção de EDI entre varejo e indústria agroalimentar. Gestão & Produção. V. 6, n. 3, p. 201-218. Dez. 1999.
- [13] SMITH, H. Machine learning: the absolute beginner's guide to learn and understand machine learning effectively. CPSIA. USA. 2018.
- [14] VANPOUCKE, E.; VEREECKE, A.; WETZELS, M. Developing Supplier Integration Capabilities for Sustainable Competitive Advantage: A Dynamic Capabilities Approach. Volume 35, May–June 2019.
- [15] VITASEK, K. Supply Chain Management Terms And Glossary.
https://cscmp.org/CSCMP/Academia/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921. 2013.

Capítulo 11

Indústria 4.0: Big Data + IoT + Gestão do Conhecimento uma revisão sistemática da literatura 2010-2020, achados, relações e aplicações

Giulia Maria Ferreira

Fernando Celso de Campos

Resumo: Indústria 4.0 é um programa desafiador para a produção industrial realizar a “4^a. Revolução Industrial”, na qual os processos produtivos tenham um autocontrole e autogerenciamento. Há intenção que esse programa seja capaz de resolver problemas de produção tornando-a mais eficaz e obtendo ganhos competitivos. A Academia Alemã de Ciência e Engenharia, definiu a Indústria 4.0 como sendo o estágio de introdução de Internet das Coisas (IoT) e Internet de Serviços (IoS) no ambiente dessa manufatura inteligente. Essa relação entre objetos físicos e virtuais interligados é responsável por gerar um grande volume de dados, o Big Data, que deve ser capturado, processado e manipulado de modo automático, eficiente e ágil. A gestão do conhecimento por sua vez nas últimas décadas ganhou um espaço significativo nas empresas como um meio gerador de diferencial competitivo. Portanto, este artigo tem como objetivo as relações entre tecnologias habilitadoras (Big Data e Internet das Coisas) e a Gestão de Conhecimento no ambiente da Indústria 4.0. O método de pesquisa foi por meio de revisão sistemática da literatura no período de 2010 a 2020, destacando 38 artigos. Neles foram achadas 4 aplicações principais e 3 elementos-chave relevantes. Conclui-se que há necessidade de novos estudos mais detalhados.

Palavras-Chave: Indústria 4.0; Big Data; Internet das Coisas; Gestão do Conhecimento; RSL.

1. INTRODUÇÃO

Nesta seção serão descritos sucintamente os principais aspectos da Indústria 4.0 e suas tecnologias habilitadoras, igualmente se apresenta uma visão geral sobre a Gestão do Conhecimento, fechando com o objetivo do trabalho.

1.1. INDÚSTRIA 4.0: VISÃO GERAL

O conceito de Indústria 4.0 fundamenta-se em três principais tópicos (BITKOM; VDMA; ZVEI, 2015): *i*) Integração horizontal por meio da criação de rede de valor; *ii*) Gerenciamento fim-a-fim do ciclo de vida; *iii*) Integração vertical e sistemas de produção em rede. Pontos importantes neste caso podem ser definidos como a necessidade de que requisitos de adaptabilidade e de segurança relacionados à produção (por exemplo, redundância e tolerância a falhas) sejam suportados e assegurados. Isto requer o desenvolvimento de componentes e sistemas, como redes de sensores, por exemplo, assim como métodos de análise preditiva.

No quesito *integração vertical e sistemas de produção em rede*, a inclusão da Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*) trará grandes oportunidades para que as indústrias alcancem maior desempenho em ambientes globalizados e distribuídos. A contribuição destas tecnologias fará com que seja possível tomar decisões de forma descentralizada, ter agilidade e adaptabilidade a mudanças, ter capacidade de auto reconfiguração de seus sistemas produtivos, identificar falhas precocemente, realizar pré-setup de equipamentos e ter maior visibilidade da operação (BI; XU; WANG, 2014).

Neste contexto, pode-se perceber a necessidade de identificação de etapas de processos que seriam beneficiadas com a integração vertical, analisando os requisitos de entradas de etapas que poderiam utilizar informações em tempo real de etapas anteriores.

Rodrigues, Jesus e Schützer (2016) destacam os 4 componentes chave da Indústria 4.0: *i*) Sistemas Físico-Cibernéticos (CPS); *ii*) Internet das Coisas (IoT); *iii*) Internet de Serviços (IoS); e *iv*) Fábricas Inteligentes (*Smart Factory*). Os autores detalham cada um desses componentes, porém, destaca-se a síntese da definição de *Internet das Coisas*:

- **Internet das Coisas:** objetos físicos integrados na rede de informação e participam ativamente nos processos de negócios por intermédio de comunicação via internet, podendo consultar e alterar seu estado atual e qualquer informação a eles associadas, considerando aspectos de segurança e privacidade.

- **Big Data:** Conforme IDC View (2011), “Tecnologias de *Big Data* descrevem uma nova geração de tecnologias e arquiteturas, projetadas para extrair valor economicamente de volumes muito grandes de uma ampla variedade de dados, permitindo a captura, descoberta e / ou análise de alta velocidade”. *Big data* é um conceito abstrato com recursos que o diferencia de dados massivos ou muito grandes (Chen, Mao, Liu, 2014). Para Davenport, Barth e Bean (2012), o termo *Big Data* é utilizado de forma distorcida por provedores de soluções para classificar sistemas de análise de dados. Afirma-se que é mais do que isso, pois permite o surgimento de novas possibilidades e serviços, favorecendo as empresas responderem às novas demandas de forma mais ágil e mais assertiva, competindo de forma mais eficiente no mercado, tomando melhores decisões de negócio a partir de uma diversidade de fontes de informação combinadas.

As análises de dados do *Big Data* podem permitir uma abordagem de marketing direcionado que dá à empresa uma melhor compreensão de seus clientes. Um entendimento que influenciará os processos internos e aumentará o lucro, o que proporciona a vantagem competitiva que a maioria das empresas está buscando (ISACA, 2016). Sivarajah *et al.* (2017) destacam que há alguns desafios acerca das análises de dados do Big Data e os métodos analíticos vigentes, complementado por Kambatla *et al.* (2014) que apresentam o estado da arte das tendências emergentes de hardware, software e cenário de aplicativos de análise de *Big Data*.

1.2. GESTÃO DO CONHECIMENTO: VISÃO GERAL

Segundo Davenport (1997) a importância do conhecimento nas organizações vem sendo amplamente reconhecido, sendo um dos recursos mais importantes de se gerir dentro da companhia. Davenport & Prusak (1998) afirmam também que a organização considera como vantagem sustentável tudo aquilo que é adquirido coletivamente, a eficiência com que ela usa o conhecimento adquirido e a prontidão com que adquire e usa novos conhecimentos.

Quando a empresa cria um plano de transferência contínua de conhecimento, que inclui a priorização, planejamento, implementação e monitoramento a retenção de conhecimento pode ser melhorada bem como a perda de conhecimento pode ser mitigada ou minimizada (LEVY, 2011; MASSINGHAM, 2018).

Também se pode considerar que a GC nas empresas tem três objetivos distintos: *i*) evitar a geração de novas ideias para solucionar problemas semelhantes reduzindo a redundância nas atividades; *ii*) geração de novos conhecimentos com práticas inovadoras que possa ser posteriormente utilizado para criar valor; e *iii*) aumentar a capacidade intelectual dos empregados (ARORA, 2002).

Para Dalkir (2005), a GC é definida como uma coordenação sistemática de pessoas, tecnologias, processos e estruturas da companhia, com o intuito de agregar valor por intermédio da reutilização do conhecimento ou inovações. Essa coordenação se dá por meio da criação, compartilhamento e aplicação do conhecimento gerado em lições aprendidas e melhores práticas.

O ambiente ideal que se pode proporcionar para a GC segundo Nonaka e Takeuchi (1995) é definido por um processo de mudança ou transferência do conhecimento entre pessoas, equipes da organização, ilustrado pelo modelo SECI (Figura 1), no qual: a **Socialização** se dá pela transferência do conhecimento tácito por meio do compartilhamento da experiência vivida; a **Externalização** envolve a mudança do conhecimento tácito para o explícito, externalizando o conhecimento tácito que está internalizado; a **Combinação** é o processo que combina vários tipos de conhecimento explícito para criar um novo conhecimento explícito; e a **Internalização** envolve o desenvolvimento do conhecimento tácito por meio da experiência.

Figura 16 - Representação do modelo SECI ou espiral do conhecimento



Fonte: Nonaka e Takeuchi (2008).

Este artigo tem por objetivo mostrar como as tecnologias habilitadoras *Big Data* e Internet das Coisas se relacionam com a Gestão de Conhecimento (GC) no ambiente da Indústria 4.0. O método de pesquisa para atender a esse objetivo é uma revisão sistemática da literatura (RSL) compreendendo o período de 2010 a 2020, visando identificar aplicações, achados e relações. Assim, o presente artigo demonstra como a revisão foi organizada e conduzida e apresenta os resultados seguindo os critérios pré estabelecidos no protocolo da pesquisa.

2. MÉTODO DE PESQUISA

Foram realizadas duas etapas metodológicas: pesquisa bibliográfica preliminar e uma revisão sistemática da literatura.

A etapa da **pesquisa bibliográfica** foi realizada em 7 passos, detalhados a seguir.

1º Passo: pesquisa nos anais dos Eventos: ENEGEP e SIMPEP

Foi realizado um levantamento dos artigos dos anais desses dois eventos nacionais utilizando-se alguns filtros de pesquisa, a saber: Período de publicação entre os anos de 2010 a 2020; Palavras-chaves: "Manufatura Inteligente", "Indústria 4.0", "Gestão do Conhecimento", "Conhecimento", "IoT", "Smart", "Big Data". Nos anais do SIMPEP foram buscados os termos por área temática e no ENEGEP foram buscados os termos presentes no título. A tabela 1 apresenta a quantidade de artigos por evento e por ano pesquisado.

Tabela 1-quantidade de artigos por evento e por ano

Evento	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
SIMPEP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
ENEGEP	-	-	-	-	1	-	-	5	3	7	-	16
Total	-	-	-	-	1	-	-	5	3	7	-	16

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

2º Passo: Análise / seleção dos artigos pesquisados nos anais do Passo 1

Nesse passo, foi realizada a leitura e análise dos artigos levantados no Passo 1, considerando-se o resumo, introdução e conclusão. Após esse procedimento, houve uma decisão de seleção (ou não) do artigo e passou-se a registrar em planilha própria algumas informações a respeito desses artigos.

3º Passo: Pesquisa em cinco revistas nacionais: Gestão & Produção, Gestão Industrial, GEPROS, Production e Produção Online

Foi realizado um levantamento dos artigos publicados nessas Revistas Nacionais, utilizando-se alguns filtros, a saber: Período de publicação entre os anos de 2010 e 2020; Palavras-chaves: "Manufatura Inteligente", "Indústria 4.0", "Gestão do Conhecimento", "Conhecimento", "IoT", "Smart", "Big Data". A Tabela 2 apresenta a quantidade encontrada de artigos por Revista e por ano.

Tabela 2-quantidade de artigos por evento e por ano

Revistas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Gestão & Produção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Gestão Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GEPROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Produção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Produção OnLine	-	1	-	2	-	1	1	-	-	1	-	6
Total	-	1	-	2	-	1	1	-	-	1	1	7

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

4º Passo: Análise e seleção dos artigos pesquisados nas revistas do passo 3

Nesse passo, foi realizada a leitura e análise dos artigos levantados no Passo 3, considerando-se o resumo, introdução e conclusão. Após esse procedimento, houve uma decisão de seleção (ou não) do artigo e passou-se a registrar em planilha própria algumas informações a respeito desses artigos.

5º Passo: Pesquisa no Portal de Periódicos da CAPES para levantamento de artigos internacionais em quatro bases de dados: IEEE, Science Direct, Scopus, Web of Science

Foi realizado um levantamento no Portal de Periódicos da CAPES dos artigos publicados nessas quatro bases de dados, a saber: Palavras chaves: IoT, Big Data, Knowledge Management, Internet of Things. A Tabela 3 apresenta a quantidade encontrada de artigos por string de busca e por base de dados.

Tabela 3-quantidade de artigos por string de busca e por base de dados

Strings	Web of science	Science direct	Scopus	Ieee	Total
Iot And Big Data And Knowledge Management	130	390	1523	102	2145
Internet Of Things And Big Data And Knowledge Management	27	56	2513	173	2769
Total	157	446	4036	275	4914

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

A Tabela 4 apresenta os filtros que foram aplicados após a primeira busca (Tabela 3), de acordo com o protocolo, por base de dados.

Tabela 4-filtros aplicados em cada base de dados

Filtros Usados	Web of Science	Science Direct	Scopus	IEEE
Acesso Livre	ok	ok	ok	ok
Ano (2010-2020)	ok	ok	ok	ok
Tipo de documento (Artigo)	ok	ok	ok	-
Idioma (Português, Inglês)	ok	-	ok	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

6º passo: análise e seleção dos artigos internacionais pesquisados no Portal CAPES no passo 5

Nesse passo foi realizada a leitura e análise dos artigos levantados no passo 5, considerando-se o resumo, introdução e conclusão. Após esse procedimento houve uma decisão de seleção (ou não) semelhante ao que já foi descrito nos passos 2 e 4.

7º passo: elaboração de texto-síntese das pesquisas relatando as experiências brasileiras (Eventos e Revistas Nacionais) e as experiências internacionais (Portal de Periódicos da CAPES)

Nesse passo foram feitos textos-síntese das experiências brasileiras e internacionais a partir dos artigos destacados, selecionados pelo critério de relevância e aderência ao tema pesquisado. A seguir estão dispostos os textos-síntese elaborados.

A etapa de **Revisão Sistemática da Literatura (RSL)**, foi realizada com o auxílio do software *State Of The Art Through Systematic Review (Start)*. Portanto, para o desenvolvimento da RSL, foi necessário cumprir corretamente com algumas etapas de execução do software Start. No entanto, são apresentados 3 estágios

e os 7 passos essenciais para o desenvolvimento da RSL no Start: **Planejamento:** Passo 1 – Preenchimento do protocolo; **Execução:** Passo 2 – Identificação dos artigos (busca no periódico da CAPES nas bases de dados estabelecidas no protocolo); Passo 3 – Aplicação do critério de exclusão dos artigos duplicados; Passo 4 – Seleção dos artigos (aplicação dos demais critérios de inclusão e exclusão e nível de relevância do tema); Passo 5 – Extração dos artigos (análise dos artigos selecionados por completo e atualização do nível de relevância do tema); Passo 6 – Destaque de artigos extraídos (geração de relatório); **Análise de resultados:** Passo 7 – Sumarização (representação dos resultados obtidos). Os passos estão detalhados a seguir:

1º e 2º Passos: Utilizando como suporte o software Start, o protocolo de pesquisa foi a etapa inicial para o desenvolvimento da RSL. Portanto, o protocolo teve como objetivo principal manter o pesquisador orientado durante a execução pesquisa, onde o mesmo apresenta os critérios de planejamento da pesquisa, com isso, é evidente que, o protocolo de pesquisa deve ser bem elaborado para se obter um bom resultado final da revisão. Na Tabela 5 está apresentado o protocolo de pesquisa com os principais aspectos para realizar a RSL.

Tabela 5 - protocolo de pesquisa com principais aspectos

Protocolo Da Pesquisa	
Objetivo	Investigar as aplicações das tecnologias habilitadoras Big Data e IoT e suas relações com a Gestão do Conhecimento no ambiente da Indústria 4.0 compreendendo o período de 2010 a 2020, visando identificar achados, tendências e relações.
Questão principal	Como as tecnologias habilitadoras Big Data e IoT se relacionam com a Gestão de Conhecimento no ambiente da Indústria 4.0?
Palavras-Chaves	Big Data; Internet of Things; IoT; Knowledge Management;
Idiomas	Inglês, Português.
Bases de dados utilizadas	Web of Science, Science Direct, Scopus, IEEE.
Critérios de seleção	<p>**(I: inclusão; E: Exclusão)</p> <p>(I) Tipo de documento: Artigos (seleção)</p> <p>(I) Artigos nos idiomas: Inglês, Português.</p> <p>(I) Acesso aberto</p> <p>(I) Abordagem de Indústria 4.0 relacionada a Gestão de Conhecimento</p> <p>(I) Abordagem de Big Data relacionado a Gestão do Conhecimento</p> <p>(I) Abordagem de IoT relacionado a Gestão do Conhecimento</p> <p>(E) Tipo de documento: Livro, Resumo, Tese e Site</p> <p>(E) Acesso bloqueado;</p> <p>(E) Artigos duplicados</p> <p>(E) Artigos que não contenham nem no Título, Resumo ou Palavras chaves as palavras contidas nas strings de busca (seleção).</p> <p>(E) Artigos fora do período de 2010-2020.</p> <p>(E) Artigos que não abordem Big Data e IoT relacionado a gestão do conhecimento no ambiente da Indústria 4.0</p>
Definição dos tipos de estudo	Estudos qualitativos e quantitativos; Revisões sistemáticas; Revisões bibliométricas.
Seleção inicial dos estudos	Artigos que cumpram com os critérios de inclusão e exclusão; abordem o tema relacionado com o objetivo da pesquisa no resumo.
Período da pesquisa	Preferencialmente publicações entre 2010 e 2020.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

No protocolo de pesquisa desenvolvido foi determinada às bases de dados mais relevantes no periódico da CAPES para as buscas dos artigos. Foram realizadas combinações das palavras chaves do projeto em cada uma das bases para identificação dos artigos. Essas combinações são conhecidas como *Strings* de busca. Na Figura 5 está representada graficamente a comparação entre as quantidades de artigos identificados no passo 1 da pesquisa de cada base de dados com os filtros já estabelecidos (tabela 6).

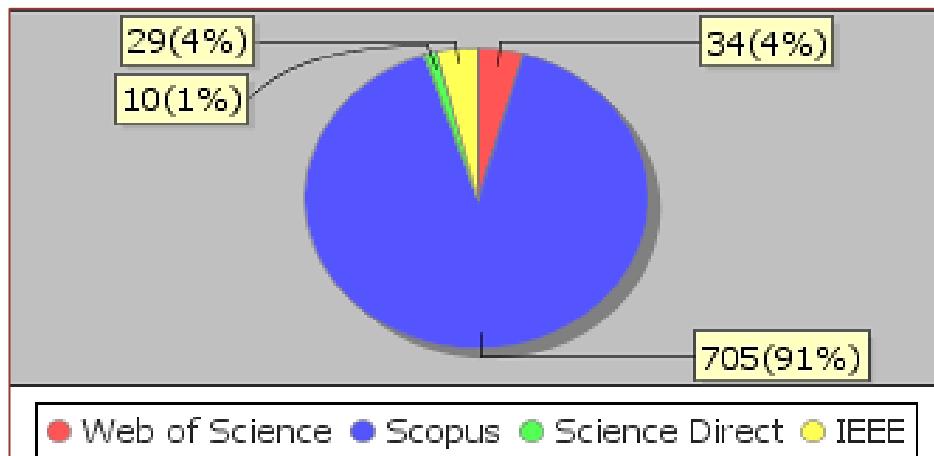


Figura 17-comparação da quantidade de artigos por base de dados

Fonte: elaborada pelos autores (2021).

3º e 4º Passos: Foram identificados 778 artigos na somatória das bases de dados *Web of Science*, *Scopus*, *Science Direct* e *IEEE*. Partindo desse ponto, foram classificados 237 artigos como duplicados, 457 artigos como rejeitados e 84 artigos foram classificados como aceitos na **etapa de seleção**, pelos critérios de inclusão e exclusão pré-estabelecidos no protocolo de pesquisa, após a primeira leitura do título, das palavras chaves e do resumo.

5º e 6º Passos: Partindo dos artigos da etapa de seleção de 84 artigos, foram classificados 6 artigos como duplicados, 43 artigos como rejeitados e 35 artigos foram classificados como **aceitos na etapa de extração**, após a análise dos artigos selecionados por completo e atualização do nível de relevância do tema. A partir deles foi feito o destaque desses artigos extraídos

7º Passo: A sumarização dos resultados obtidos foi realizada e podem-se observar as palavras-chaves que mais apareceram na pesquisa e as palavras que mais apareceram no título, quantidade de publicações por ano, autores com mais publicações, publicações mais citadas, dentre outras representações desses resultados. Além disso, no final da revisão, foram inseridos 3 artigos que foram encontrados por *Snowballing* por serem relevantes para o tema e foram considerados como aceitos. Totalizando 38 artigos aceitos, listados por ano na Tabela 6.

Tabela 6-quantidade final de artigos aceitos por ano

Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Nº de artigos	0	0	0	0	0	2	1	5	3	11	16	38

Fonte: elaborada pelos autores (2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Da pesquisa bibliográfica nacional (eventos e periódicos nacionais) podem ser feitos três destaque. RESSURREIÇÃO, LAURINDO (2019) destacam essas tecnologias combinadas como tópicos emergentes e importantes para a área negócios. SANTOS, LORDELO (2019) acrescentam a tecnologia de *blockchain* como uma alternativa para maximizar a eficiência na gestão de dados e de informação como garantia de operações mais seguras nas organizações. Por fim, NARCIZO *et al.* (2019) apontam alguns elementos fundamentais para compreensão/implantação da Indústria 4.0, destacados mais abaixo.

O mesmo procedimento realizou-se para os artigos das bases de dados IEEE, SCOPUS, Web of Science, Science Direct, sendo extraídos 38 dos quais são destacados os 7 artigos que apresentam maior número de citações (até 15/06/2021), são eles: MARJANI *et al.* (2017) com 502 citações, HASEEB *et al.* (2019) com 206 citações, HE, WANG, AKULA (2017) com 83 citações, SCHNIEDERJANS, CURADO, KHALAJHEDAYATI (2020) com 81 citações, MISHRA, LIN, CHANG (2015) com 78 citações, TIAN (2017) com 68 citações e KUMAR, TIWARI, ZYMBLER com 65 citações.

Outro destaque foi feito a 8 artigos que apresentam maior aderência com o tema por cruzarem Big Data, IoT e Gestão de Conhecimento: CÓRTE-REAL, RUIVO, OLIVEIRA (2020), SCHNIEDERJANS, CURADO, KHALAJHEDAYATI (2020), HASEEB *et al.* (2019), KHAKIFIROOZ, FATHI, WU (2019), HOWELL, REZGUI, BEACH (2018), PRIESTLEY, MCGRATH (2019), BUKOWSKI (2019), KAIVO-OJA *et al.* (2015).

Analisando cada um dos artigos destacados foram mencionadas aplicações importantes, agrupadas em 4 conjuntos: **Cidades inteligentes** (semáforos inteligentes, casas inteligentes, transporte inteligente, Medição inteligente – consumo de água e energia elétrica, *smart grid*, controle de poluição, sistemas hídricos inteligentes, saúde, etc), **Negócios inteligentes** (comércio eletrônico, varejo, CRM inteligente, etc), **Agricultura Inteligente** (mapeamento e adubação inteligente, sistemas de irrigação inteligente, medição inteligente, sistema de colheita e distribuição inteligente, etc), e **Indústria inteligente** (manufatura inteligente, cadeia de suprimentos inteligente, Logística 4.0, transporte inteligente, automação industrial inteligente, *smart grid*, etc).

Além disso, é importante ressaltar que foram encontrados dentre os artigos pontos de atenção dados pelos autores sobre IoT, Big Data e Gestão de Conhecimento, apontamentos esses que foram agrupados em alguns elementos chave para garantir essa relação no âmbito industrial, como por exemplo: **infra-estrutura e máquinas** (redes, integração de máquinas multifacetadas, dispositivos IoT instalados em todas as máquinas, ferramentas e outros dispositivos inteligentes, pessoas capacitadas para a implementação e manutenção desses conjuntos e dispositivos), **sistemas e bancos de dados** (integração de diferentes fontes de dados – Big Data; interoperabilidade contínua dos sistemas; garantia de qualidade, segurança dos dados e da informação; análise inteligente dos dados/informações; pessoas devidamente qualificadas e capacitadas para realizar essas interações); **analytics e conhecimento** (pessoas devidamente qualificadas e capacitadas para realizar a extração eficaz de conhecimento dos dados; compartilhamento do conhecimento presente e extraído dos dados; uso do conhecimento para planejamento de novas metas e estratégias; busca contínua de criação e adição de valor nos produtos e serviços); tudo isso pode ser uma fonte sustentável de vantagem competitiva. Esses elementos são fundamentais para uma compreensão abrangente da interação dos temas.

É notório que as culturas organizacionais vão mudar (KAIVO-OJA *et al.*, 2015). Estão ocorrendo mudanças rápidas no campo da gestão moderna e ciências da gestão. IoT, Big Data e digitalização trazem o renascimento do conhecimento na tomada de decisões. A gestão empresarial precisará, como função essencial, de uma liderança autêntica para administrar e controlar as possibilidades tecnológicas, integrar informações seguras das pessoas, das coisas e de suas interações, gerenciar uma extração de conhecimento eficaz sendo capaz de promover a criação de valor e uma fonte sustentável de vantagem competitiva do negócio.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo, por meio da Pesquisa Bibliográfica e da RSL, atingiu seu objetivo de identificar as possíveis interações entre as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 (Big Data e IoT) combinadas à Gestão do Conhecimento contribuindo com alguns achados e aplicações dessas relações.

Como contribuição, encontrou-se aplicações importantes, que foram agrupadas em 4 conjuntos: **Cidades inteligentes**, **Negócios Inteligentes**, **Agricultura Inteligente** e **Indústria Inteligente**. Alguns elementos chave também foram destacados para garantir a relação entre IoT, Big Data e Gestão de Conhecimento no

âmbito industrial, como: ***infra-estrutura e máquinas, sistemas e bancos de dados, analytics e conhecimento.***

Uma limitação é o fato do tema ser ainda recente nas pesquisas com uma leve intensificação nos últimos dois anos (2019 e 2020) em âmbito mundial. Porém, a proporção do número de publicações que integram os 3 assuntos com relação ao número de publicações de cada tema de maneira apartada, é baixa, além de grande parte dos estudos ser teórica. Sendo assim, conclui-se que há necessidade de novos estudos mais detalhados, buscando diferentes aplicações das encontradas e tendências gerais do cruzamento relativos ao tema.

REFERÊNCIAS

- [1] ARORA, R. (2002). Implementing KM – a balanced score card approach. *Journal of Knowledge Management*, v.6, n. 3, p. 240-249.
- [2] BI, Z., XU, L. D., WANG, C. Internet of Things for Enterprise Systems of Modern Manufacturing. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol. 10, No. 2, p. 1537-1546, 2014.
- [3] BITKOM; VDMA; ZVEI. Implementation Strategy Industrie 4.0. Disponível em: https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2016/januar/Implementation_Strategy_Industrie_4.0_Report_on_the_results_of_Industrie_4.0_Platform/Implementation-Strategy-Industrie-40-ENG.pdf. Acesso em: 26/02/2018.
- [4] BUKOWSKI L. Logistics decision-making based on the maturity assessment of imperfect knowledge. *Engineering Management in Production and Services*. 2019;11(4): 65-79. <https://doi.org/10.2478/emj-2019-0034>.
- [5] CHEN, M.; MAO, S.; LIU, Y.. Big Data: a survey. *Mobile Network Application*. N. 19, p. 171-209. 2014.
- [6] CÔRTE-REAL, Nadine; RUIVO, Pedro; OLIVEIRA, Tiago. Leveraging internet of things and big data analytics initiatives in European and American firms: Is data quality a way to extract business value?. *Information & Management*, v. 57, n. 1, p. 103141, 2020.
- [7] DALKIR, K. (2005). Knowledge management in theory and practice. Burlington MA: Elsevier Butterworth Heinemann.
- [8] DAVENPORT, T. H.; BARTH, P.; BEAN, R. (2012). How big data is different. *MIT Sloan Management Review*, 54(1), 43.
- [9] DAVENPORT, T.H. (1997). Ten Principles of Knowledge Management and Four Case Studies, *Knowledge and Process, Management*, Vol.4, No.3.
- [10] DAVENPORT, T.H.; PRUSAK, L. (1998). *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. Harvard Business School Press.
- [11] HASEEB, Muhammad *et al*. Industry 4.0: A solution towards technology challenges of sustainable business performance. *Social Sciences*, v. 8, n. 5, p. 154, 2019.
- [12] HE, Wu; WANG, Feng-Kwei; AKULA, Vasudeva. Managing extracted knowledge from big social media data for business decision making. *Journal of Knowledge Management*, 2017.
- [13] HOWELL, Shaun; REZGUI, Yacine; BEACH, Thomas. Water utility decision support through the semantic web of things. *Environmental Modelling & Software*, v. 102, p. 94-114, 2018.
- [14] IDC IVIEW. Gantz J; Reinsel D. Extracting value from chaos. *IDC iView*, pp 1-12, jun/2011.
- [15] ISACA (2016). *Big Data: Impacts and Benefits*. Disponível em: <<http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/ResearchDeliverables/Pages/Big-Data-Impacts-and-Benefits.aspx>>. Acesso em: março/2016.
- [16] KAIKO-OJA, Jari *et al*. The effects of the internet of things and big data to organizations and their knowledge management practices. In: *International Conference on Knowledge Management in Organizations*. Springer, Cham, 2015. p. 495-513.
- [17] KAMBATLA, K.; KOLLIAS, G.; KUMAR, V.; GRAMA, A. (2014). Trends in Big Data analytics. *Journal Parallel Distrib. Comput.*, 74, 2561-2573.
- [18] KHAKIFIROOZ, Marzieh; FATHI, Mahdi; WU, Kan. Development of smart semiconductor manufacturing: Operations research and data science perspectives. *IEEE Access*, v. 7, p. 108419-108430, 2019.
- [19] KUMAR, Sachin; TIWARI, Prayag; ZYMBLER, Mikhail. Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review. *Journal of Big Data*, v. 6, n. 1, p. 1-21, 2019.
- [20] LEVY, M. (2011). Knowledge retention: minimizing organizational business los. *Journal of Knowledge Management*, Vol. 15No. 4, pp. 582-600.

- [21] MARJANI, Mohsen *et al.* Big IoT data analytics: architecture, opportunities, and open research challenges. IEEE ACCESS, v. 5, p. 5247-5261, 2017.
- [22] MASSINGHAM, P. R. (2018). Measuring the impact of knowledge loss: a longitudinal study. Journal of Knowledge Management, Vol. 22 No. 4, pp. 721-758.
- [23] MISHRA, Nilamadhab; LIN, Chung-Chih; CHANG, Hsien-Tsung. A cognitive adopted framework for IoT big-data management and knowledge discovery prospective. International Journal of Distributed Sensor Networks, v. 11, n. 10, p. 718390, 2015.
- [24] NARCIZO, Ramon; VEIGA, Carlos; DELESPOSTE, Jamile; TAMMELA, Iara; SOUZA, Fernanda. Constructos e fatos ontológicos relacionados à Indústria 4.0: um quadro conceitual de síntese. In: XXXIX ENEGEP, 2019, Santos-SP. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_295_1669_39047.pdf Acesso em: 28/10/20.
- [25] NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company*. New York: Oxford University Press.
- [26] NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. (2008) Teoria da criação do conhecimento organizacional. In:
- [27] PRIESTLEY, Jennifer Lewis; MCGRATH, Robert J. The evolution of data science: A new mode of knowledge production. International Journal of Knowledge Management (IJKM), v. 15, n. 2, p. 97-109, 2019.
- [28] RESSURREIÇÃO, Gabriel; LAURINDO, Fernando. A Gestão Do Conhecimento na Era do Big Data: um estudo bibliométrico. In: XXXIX ENEGEP, , 2019, Santos-SP. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_295_1670_39077.pdf. Acesso: 28/10/20.
- [29] RODRIGUES, L.F.; JESUS, R.A.; SCHÜTZER, K. (2016). Industria 4.0 – uma revisão da literatura. *Revista de Ciência & Tecnologia* • v. 19, n. 38, p. 33-45 • 2016.
- [30] SANTOS, Rafaela; LORDELO, Sandro. Alcançando a gestão eficiente da informação através do Blockchain. In: XXXIX ENEGEP, 2019, Santos-SP. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WIC_295_1666_37515.pdf. Acesso em: 28/10/20.
- [31] SCHNIEDERJANS, Dara G.; CURADO, Carla; KHALAJHEDAYATI, Mehrnaz. Supply chain digitisation trends: An integration of knowledge management. International Journal of Production Economics, v. 220, p. 107439, 2020.
- [32] SIVARAJAH, U.; KAMAL, M.M.; IRANI, Z.; WEERAKKODY, V. (2017). Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods. Journal of Business Research, 70, 263-286.
- [33] TAKEUCHI, H.; NONAKA, I. Gestão do conhecimento. Porto Alegre: Bookman, 54-90.
- [34] TIAN, X. (2017), "Big data and knowledge management: a case of déjà vu or back to the future?", Journal of Knowledge Management, Vol. 21 No. 1, pp. 113-131. <https://doi.org/10.1108/JKM-07-2015-0278>.

AGRADECIMENTO

Ao apoio dado pelo CNPq a essa pesquisa por meio de bolsa de estudo via Programa PIBIC.

Capítulo 12

Marketing Digital para catadores de materiais recicláveis: Uma ferramenta para o desenvolvimento da economia circular

Pedro Victor de Santi

Rosana Maria Vieira Cayres

Júlio Araújo Carneiro da Cunha

Resumo: O estudo tem o objetivo de mostrar soluções de *marketing digital* para resultados. Foi realizado um estudo de caso com a Associação dos Recicladores das Águas Lindas, de catadores de material de reciclável, visando a sensibilização da população geradora de resíduos, para a entrega voluntária dos mesmos aos catadores, em coleta domiciliar. Essa coleta assegura renda mensal essencial a cada associado. Foram propostas medidas através de revisão literária e entrevista não estruturada com o Presidente e Vice Presidente da associação. O resultado foi que medidas eficazes para divulgação *online* de conteúdos devem ser implementadas para aumentar a quantidade de material coletado; a Associação já faz uso de rede social *Facebook*, que têm trazido ganhos de produtividade, mas é mal explorado pela falta de capacidade dos colaboradores em gerar conteúdos; com o uso das demais redes e canais de comunicação digital melhores resultados seriam alcançados; os colaboradores internos da organização teriam que ser capacitados para fazer divulgações na rede. O artigo apresenta importantes conceitos do *marketing digital*, como a produção de conhecimento para melhoria social e aumento da renda. O destaque é a utilização de ferramentas de baixo custo em setores carentes, pois podem ser adotadas com facilidade. As soluções propostas são universais, sendo muito úteis organizações de diversos setores.

Palavras-Chave: *Marketing Digital, economia circular, catadores de materiais recicláveis, empreendimentos solidários.*

1. INTRODUÇÃO

Em 2020 eram 4,57 bilhões de usuários na internet, mais de 60% da população mundial. A popularização do acesso à internet modicou a sociedade como um todo, oferecendo grande oferta de informações, nova forma de negócio, comunicar, informar, comprar, e assim, muitas mudanças sociais ocorreram. Com essas alterações profunda surgiu o marketing digital com novas propostas e estratégias (MACHADO & CEMBRANEL, 2019; STATISTA, 2020).

O *Marketing Digital* é composto por diversas ferramentas. A mais antiga delas é o site, que oferece informações sobre temas ou organizações. Existem fóruns que permitem a comunicação sobre temas, geralmente específicos. Existem canais de divulgam vídeos, como o Youtube. Existe páginas de notícias com anúncios. Entre inúmeras outras ferramentas, o *Marketing Digital* tem como principal canal as redes sociais (VERGILI, 2014).

As Redes Sociais são plataformas em que pessoas criam seus próprios conteúdos para seus amigos e familiares e interessados, compartilhando fotos, interesses e textos. Atualmente, elas figuram como os principais canais de comunicação e de propaganda. As mais famosas no Brasil são *Facebook*, *Twitter*, *LinkedIn*, *YouTube*, *Google+*. Elas desafiam as organizações a produzirem estratégias efetivas e inovadoras, capazes de aumentar sua visibilidade, consolidar sua imagem e potencializar o relacionamento com seus clientes (MOSCHINI, 2012).

O *Marketing Digital* oferece uma oportunidade através para organizações formadas por pessoas de baixa renda. Elas têm a oportunidade para utilização estratégias de marketing digital. Especificamente para as organizações de catadores de materiais recicláveis, que têm rotinas operacionais executadas em condições precárias (MEDEIROS & MACÊDO, 2006).

Essa realidade pode ser percebida na Associação dos Recicladores das Águas Lindas (ARAL), sediada em Belém, capital do Estado do Pará. É uma associação com convênio com a Fundação Nacional de Saúde, que recebeu no primeiro semestre de 2019 equipamentos produtivos, tendo capacidade ociosa de produção e possibilidade melhoria social dos colaboradores. O desenho de seus processos organizacionais da associação permite à maioria dos associados a retirada de pelo menos um salário mínimo mensal. Ela é uma referência de empreendimento de catadores no norte do Brasil, composta, em grande parte, por pessoas que trabalhavam no lixão da região metropolitana de Belém.

A ARAL precisa de grande quantidade de material reciclável para gerar resultados suficientes. Passa por dificuldades financeiras, competindo, com empresas do ramo privado, que dispõe de recursos. Para vencer a concorrência os catadores da ARAL passaram a considerar a possibilidade de uso das mídias sociais para divulgar seu trabalho. Mesmo sem domínio dessas ferramentas, começaram a divulgar seu trabalho pelo *Facebook* e *Whatsapp*. Observando a situação do empreendimento e considerando que atualmente 87% dos brasileiros utilizam algum tipo de rede social (EXAME, 2019), surgiu a seguinte questão: de que modo o marketing digital pode auxiliar a associação a sensibilizar a população e as organizações do município de Belém, para a entrega voluntária de seus resíduos recicláveis aos catadores associados?

A partir desse problema esse estudo teve o objetivo geral propor ações de *marketing digital* para o aumento do engajamento dos fornecedores de resíduos sólidos recicláveis com os catadores da ARAL. Considerando a capacidade ociosa da organização.

Como objetivos específicos, esperava-se compreender o processo de trabalho realizado pelos associados e identificar as mídias sociais já utilizadas pelos associados.

O presente esforço científico poderá auxiliar não apenas a ARAL, mas todo e qualquer empreendimento de catadores de materiais recicláveis, com as mesmas limitações financeiras e demais organizações que podem utilizar as ferramentas de *marketing digital*.

A maior contribuição desta pesquisa é a possibilidade de aplicação das estratégias de marketing digital aqui proposta à organizações que vivenciem a mesma escassez de recursos e que precisem fazer uso de ferramentas de marketing digital de baixo custo.

Inicialmente a pesquisa apresenta um panorama sobre as razões que motivaram sua execução, seguido do referencial teórico que embasou a pesquisa e dos procedimentos metodológicos adotados. Após, discutem-se os resultados obtidos, encerrando-se o artigo com as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O relacionamento entre parceiros de negócio, antes era preciso que um cliente fosse a lojas físicas para adquirir bens e serviços, agora ele compra com um *click*. Os consumidores, atualmente, acessam e tomam decisões de compras de forma distinta, adotando práticas e canais de comunicação diferentes dos tradicionais, o que permite a interação e geração de inúmeras possibilidades e oportunidades (Leeflang, Dashlström & Freundt, 2014).

As inovações mudaram os processos do marketing e com isso, a forma de conduzir a comunicação ao longo das cadeias de produção. O consumidor se tornou mais exigente, com mais informações, interagindo digitalmente com a organização e avaliando continuamente produtos, serviços e marcas. Atualmente, clientes têm poder para promover mensagens positivas ou negativas a um grande número de pessoas, auxiliando ou destruindo as possibilidades de sucesso organizacional (Meng, 2009). A presença das organizações em mídias sociais passou a ser uma exigência para manter sua competitividade, pois é na internet que estão as pessoas com quem precisam se relacionar. São nesses novos canais que fazem presença os consumidores dos mais diversos produtos, independentemente de sua classe social (Reino, 2010).

Uma das abordagens do marketing digital lhe fornece um composto de oito aspectos, que são os 8 P's do marketing digital: pesquisa, planejamento, produção, publicação, promoção, propaganda, personalização e precisão. O primeiro deles é a pesquisa, onde se identifica os clientes, suas necessidades e todas informações relevantes. Em seguida, vem o planejamento, que vai identificar as necessidades e oportunidades, criando uma solução passível de ser comercializada no mercado. O terceiro "p" refere-se à produção, que avalia o lugar estratégico, os recursos disponíveis, levando em conta os custos e a qualidade final do produto (Adolpho, 2011).

O quarto aspecto é a publicação, que envolve a estratégica de comunicação com o cliente, decidindo qual estratégia será usada para dar maior valor à marca e ao produto, convencendo o cliente de que aquela é a melhor escolha. O quinto ponto é a promoção, com enfoque em viralizar o produto na rede e atingir o máximo de pessoas possível. Em sexto lugar, o mix contempla a propaganda, que pode ser o "boca a boca" virtual, espalhando a notícia pela rede. Em sétima ordem, vem a personalização, que faz uso da tecnologia disponível para estabelecer uma comunicação personalizada com o seu público alvo, criando relacionamento, e posteriormente, a clientes. Por fim, apresenta-se a precisão, já que como princípio do marketing, toda ação realizada deve ser mensurada (Adolpho, 2011).

Atualmente, há muitas ferramentas de marketing disponíveis na Internet para serem adotadas pelas organizações, tendo em vista criar envolvimento do consumidor no processo de modelagem do produto, bem como diversificar a promoção daquilo que produzem, ampliando a comunicação e a distribuição. Kiezel e Wiechoczek (2016) sistematizaram algumas dessas ferramentas, apresentadas no Quadro 01.

Quadro 1: Ferramentas e Aplicativos de *Marketing* com base na internet aplicados pelas empresas no processo de gerenciamento de interação com o cliente

No	Formato	Descrição	Principais aplicações
01	Site / portal corporativo	Acesso a todas as informações e aplicativos de software mantidos por uma empresa.	Apresentação da empresa (sua história, estratégia, conquistas), rede de vendas etc.).
02	E-mail marketing	Processo de gerenciar listas, desenvolver campanhas.	Publicidade.
03	Aplicativo móvel	Versão móvel do software.	Aplicado para objetivos de, comerciais e de entretenimento.
04	QR Code	Registro gráfico.	Envio de conteúdo multimídia.
05	Perfil em Rede Social	Perfil para comunicação com os consumidores.	Incentiva os consumidores.
06	Blog	Publicação na Web que inclui artigos individuais.	Informações para consumidores, promoção.
07	Fórum	Grupo de discussão on-line	Fonte de ideias.
08	Bate-papo	Conversa em teclado em tempo real na Internet.	Acesso rápido dos consumidores às informações.
09	Podcast/Vídeos	Série de arquivos de mídia digital (áudio ou vídeo).	Informando sobre as notícias atuais moldando / fortalecendo a imagem da empresa.

Fonte: Kiezel e Wiechoczek (2016, pp 5-7)

Observa-se como as ferramentas de comunicação são diversas, com diferentes aplicações, sendo que cada uma está relacionada a soluções específicas, considerando canais e interação. O relacionamento com o cliente mostra-se ponto estratégico das ferramentas apresentadas, e por meio delas, pode-se aumentar a eficiência e produtividade dos negócios. Escolher a estratégia mais adequada é fundamental para promoção e divulgação da marca e produtos. Estes canais oferecem todas as possibilidades para que as organizações colham efeitos positivos, mas, uma vez mal administrados, promoverão efeitos adversos ao planejado.

São diversos os benefícios possibilitados pelo marketing digital, dentre eles, a comunicação direta, maior divulgação de produtos e marcas, intercomunicação entre empresa-cliente, maior aproximação e envolvimento com consumidores, estímulo para novos negócios, aumento da participação de mercado, melhor conhecimento do público-alvo e aprimoramento das vantagens competitivas (Saraiva, 2019).

3. METODOLOGIA

Classifica-se a natureza presente pesquisa como aplicada, motivada pela necessidade de resolver problemas concretos, com caráter exploratório, já que se trata de um tipo de investigação com pouco conhecimento acumulado e sistematizado (Vergara, 2005), pois visa proporcionar a análise do marketing digital com base em estudo de caso. O estudo de caso é um tipo de investigação empírica, que pesquisa fenômenos dentro do contexto real, permitindo a penetração na realidade social (Theóphilo & Martins, 2009).

Quando um estudo de caso é original e apresenta um recorte de uma situação complexa da vida real cuja análise/síntese dos achados tem a possibilidade de surpreender, é possível qualificá-lo como importante, já que oferece material que chama atenção pelo ineditismo (Theóphilo & Martins, 2009).

Para acesso aos dados primários, compreendidos como aqueles coletados diretamente na fonte (Collis & Hussey, 2005), foi feita uma pesquisa documental, caracterizada por estudos que utilizam documentos como fonte de dados, informações e evidências (Theóphilo & Martins, 2009). Além das consultas aos endereços eletrônicos, materiais disponíveis e fichas de cadastros, foram realizadas entrevistas não estruturadas junto a membros da Associação, no intuito de elucidar melhor os processos desenvolvidos na associação. Foram ouvidos presidente e vice-presidente, utilizando-se de o método de análise de conteúdo para sistematizar os dados obtidos.

A partir das informações coletadas por meio das entrevistas, foram mapeados quais canais de comunicação utilizam, como se comunicam com os fornecedores de matéria-prima (população em geral e organizações que doam seus resíduos recicláveis), o que tem sido feito para conseguir mais material e como desenvolvem suas ações de marketing. As ações propostas tiveram como pressuposto que a associação não dispunha de recursos financeiros disponíveis, então, alinhando a pesquisa de campo com as ferramentas de Kiezel & Wiechoczek (2016), e o processo dos 8P's do Marketing Digital proposto por Adolpho (2011), foram feitas as proposições determinadas pelo objetivo geral deste trabalho.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. A ASSOCIAÇÃO DOS RECICLADORES DAS ÁGUAS LINDAS

A Associação dos Recicladores de Águas Lindas (ARAL) é uma entidade sem fins lucrativos, que desenvolve seu trabalho de coleta seletiva e educação ambiental no município de Belém, Pará. Com 60 catadores, a diretoria da associação adotou em 2019 algumas ações para aumentar a utilização de sua estrutura: criação de novo turno de coleta seletiva porta a porta, no período noturno e parcerias com escolas de ensino fundamental e médio para realização de atividades de educação ambiental, abrindo novos pontos de entrega voluntária de materiais recicláveis. As figuras 1 e 2 mostram espaços utilizados pelos catadores para realizarem seu trabalho.

Figura 1: Fachada do galpão da ARAL**Figura 2:** Pátio de armazenagem

Fonte: Pesquisa de campo (2019)

Fonte: Pesquisa de campo (2019)

Os catadores realizam a coleta seletiva porta a porta, nas residências, condomínios e organizações parceiras, onde coletam os materiais recicláveis doados, os quais são transportados ao galpão por meio de carrinhos mecânicos. Ao chegarem, realizam a separação por tipo de material e depois pesam as cargas individuais. A equipe de catadores que trabalha internamente prensa aquilo que foi pesado, armazenando posteriormente em fardos, para que toda a produção seja comercializada conjuntamente com clientes do Estado do Pará e São Paulo.

A presidente esclareceu que:

O site, até hoje a gente não conseguiu fazer. O computador da associação parou de funcionar e a gente ainda não consertou. Na verdade, acho que vai ter que comprar outro, porque aquele não estava mais funcionando mesmo. Vem muita gente aqui das universidades, mas não tem ninguém ainda que tenha se oferecido pra ajudar a fazer o site. Pra gente, é difícil. SMS ninguém usa mais, né, só aviso da TIM mesmo. O e-mail da associação a gente usa mais pra responder aos clientes que precisam das declarações de destinação adequada de recicláveis. Isso aí é direto. Todo dia a gente manda. E também tem as ações de educação ambiental nas escolas. Sem e-mail, a gente não conseguiria fazer de jeito nenhum, pois tudo tem que ser oficializado com as professoras e diretoras. A gente combina tudo antes direitinho.

A partir do posicionamento da presidente, é possível notar que pouco do marketing digital é explorado pela Associação. Isso ocorre não por falta de vontade, mas por falta de recursos para tal. Percebe-se também que existem dificuldades básicas, como para acesso à internet, seja por custos, por equipamento, ou mesmo porque exige um conhecimento específico. A oportunidade de expansão de negócios é grande, porém, de difícil execução.

Para convencer fornecedores a lhe doarem o material em troca do serviço de coleta seletiva, os catadores fazem visitas presenciais, utilizando panfletos impressos. Os canais de comunicação atualmente utilizados são: facebook, telefone e atendimento presencial.

Os documentos mostraram que dos 60 catadores, 37 são homens e 42 são mulheres, 41 têm telefone celular, apenas 27 tem whatsapp, 18 tem facebook, e 8 tem instagram. O vice-presidente, explicando sobre a comunicação entre eles, informou que muitos não tem créditos e a comunicação é muito complexa, uma vez que muitos sabem sobre o trabalho, mas até que engenheiros, mas cometem erros na língua portuguesa, sem contar aqueles que tem dificuldades até mesmo na escrita básica. O trabalho é muito intenso e realizado sob temperaturas muito altas. Relatou também que o correto, segundo seu entendimento, seria que houvesse uma pessoa específica somente para cuidar do marketing, mas esclarece que ainda não há condições financeiras de arcar com os custos:

Sobre isso aí de marketing digital, é o seguinte: aqui ninguém tem computador em casa (ou quase ninguém). Então é só no celular mesmo que a gente usa a internet. Mas olha, não é todo mundo que replica as mensagens quando a gente manda. A única coisa que todo mundo fica ligado é quando tem notícia sobre o trabalho mesmo do dia a dia, sobre a logística, sobre o dinheiro. A gente sabe que o marketing é importante, ainda mais que a gente não tem apoio. A população quer ajudar, mas as vezes nem sabe como fazer, e a gente não tem como fazer chegar a nossa mensagem. Se tivesse investimento, aí era outra coisa. Tanta empresa fala de responsabilidade social, fala de salvar a Amazônia, mas na hora de reciclar o próprio lixo, não tá nem aí. A gente tem um grupo muito bom de trabalho, mas é uma profissão muito cansativa, e ficar pensando em ações de estratégia de marketing quando você está o dia inteiro embaixo de um sol de 40 graus empurrando carrinho e carregando bag, aí é outra coisa. A gente não tem como cobrar muito da galera porque a gente sabe que eles não fazem mais porque não podem. Muita gente tem celular, *whatsapp*, tem sim. Mas tem muita gente que tem dificuldade pra ler e escrever, então às vezes é melhor nem mandar as mensagens pro pessoal. É preferível não mandar que mandar errado, não é mesmo?

Tomando por base as ferramentas e aplicativos de marketing digital apresentadas por Kiezel e Wiechoczek (2016), e tendo como parâmetro a taxa de utilização de mídias sociais por parte dos catadores, sugere-se, para a ARAL, a adoção dos seguintes itens:

- Comunicação e Marketing: E-mail marketing, com objetivo de desenvolver campanhas sazonais estimulando a reciclagem, convite para participar de eventos e pesquisas de marketing, com vistas a contemplar o primeiro “p” dos 8 Ps do marketing digital, apresentados por Adolpho (2011). Atentar-se às respostas e coletar dados sobre os resultados com estas campanhas.
- Perfil corporativo em plataformas de redes sociais, alimentando com mais informações a página já existente no facebook e criando perfis nas plataformas *Instagram*, *Linkedin* e *Youtube*, divulgando não apenas o trabalho desenvolvido pela associação, bem como os eventos promovidos local e nacionalmente, por meio do Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis, esclarecendo a população sobre a importância do trabalho da categoria. Ao realizar-se, essa ação estará alinhada com os Ps de publicação, promoção e propagação de Adolpho (2011);
- Mensagens instantâneas da empresa, por meio de *whatsapp* e demais redes sociais. Ainda no *whatsapp*, sugere-se a criação de uma lista de transmissão para comunicados importantes e convites de eventos;
- Fórum de discussão de projetos sociais e de pesquisas acadêmicas, reunido parceiros da ARAL que se aproximam da associação com interesse no debate desses dois temas.

4.2 OS 8P'S DO MARKETING DA ARAL

Em relação ao modelo dos 8P's do Marketing Digital proposto por Adolpho (2011), apresentam-se as sugestões no quadro 3.

Quadro 3: Proposições a partir do modelo 8P's

Categoria	Ações propostas
Pesquisa	E-mail marketing, com objetivo de desenvolver campanhas sazonais estimulando a reciclagem, convite para participar de eventos, de pesquisas de marketing, de fóruns.
Planejamento	Com as informações coletadas, a ARAL deve estruturar campanhas e eventos que divulguem a importância da reciclagem e preservação ambiental, os horários de coleta e como as pessoas devem separar o material reciclado, com todas as instruções necessárias.
Produção	Mensagens instantâneas, por meio de <i>whatsapp</i> e demais redes sociais. Ainda no <i>whatsapp</i> , sugere-se a criação de uma lista de transmissão para comunicados importantes e convites de eventos.
Publicação	Criar um Perfil corporativo em plataformas de redes sociais, alimentando com mais informações a página já existente no <i>facebook</i> e criando perfis nas plataformas <i>Instagram</i> , <i>Linkedin</i> e <i>Youtube</i> . divulgando não apenas o trabalho desenvolvido pela associação, bem como os eventos promovidos local e nacionalmente, por meio do Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis, esclarecendo a população sobre a importância do trabalho da categoria.
Promoção	Envolve os esforços para comunicar o trabalho na cidade que atuam. Digitalmente pode-se disparar e-mails, publicar em redes sociais e assim, sensibilizar a população tanto da importância de reciclar, de criar um hábito de separação dos materiais, de informar o bem que faz ao meio ambiente e também o fato de gerar renda e oportunidade aos catadores de lixo reciclável e a sociedade.
Propagação	Fazer eventos que tenham fotos publicadas pelos participantes que divulguem o trabalho da associação e a importância da reciclagem. A associação já faz eventos. Promover os resultados obtidos para gerar valor.
Personalização	Este é o ponto mais importante e diferenciador, uma vez que é existe a escassez de recursos. A personalização é aplicada ao gerar conteúdos e publicações somente com um celular e por uma pessoa da Associação que se dedique 1h diariamente a isto. Ela deve verificar as mensagens que chegam, fazer um post do dia, verificar o fórum e nos eventos sempre promover o conteúdo digital para publicação de fotos dos participantes. Assim o custo será baixo e poderá agregar bastante ao negócio.
Precisão	Medindo resultados antes e depois do uso das ações, controlando dados de fornecedores, acompanhando sua evolução quantitativa e o histórico de suas interações mais significativas, trata melhores resultados continuamente ao negócio.
Grupos de Discussões	O grupo é formado para capitar informações e para interação, seria o canal de consumo interna e externa, vital para o negócio. Onde surgiriam as ideias, as reclamações e postagem de informações direcionadas.

Fonte: Elaboração própria (2020)

Os itens destacados, para aplicação na ARAL, são apresentados no quadro 4.

Quadro 4: Variáveis analisadas no estudo de campo

Variável de estudo	Análise
Ferramenta e canal de comunicação	O e-mail marketing é uma prática aplicável à ARAL, pois pode ser utilizada com objetivo de desenvolver campanhas sazonais estimulando a reciclagem, convidar a sociedade para participar de eventos e realizar pesquisas de marketing, com vistas a contemplar o primeiro “p” dos 8 Ps do marketing digital, apresentados por Adolpho (2011). Com essas respostas, será possível sistematizar informações e medir os resultados das campanhas promovidas. Pode-se abrir canais de comunicação por meio das contas em mídias sociais, ferramentas utilizadas para comunicação interna e externa, tanto para gerenciar a coleta como para interagir com a sociedade.
Gerenciamento	Deve-se definir, com os catadores indicadores que podem ser acompanhados. Por isso, recomenda-se a adoção inicial de no máximo cinco, de acordo com a capacidade operacional da associação. Os resultados das ações têm que ser medidos pelo incremento de matéria prima coletada, número de doadores cadastrados, número de contatos realizados por cada canal e número de catadores que participam das ações. Recomenda-se, posteriormente, acompanhar os resultados das ações em eventos e os impactos obtidos pela propagação da marca na internet.
Ferramentas	Recomenda-se o fortalecimento da imagem corporativa em plataformas de redes sociais, alimentando com mais informações a página já existente no facebook e criando perfis nas plataformas Instagram, Linkedin e Youtube, divulgando não apenas o trabalho desenvolvido pela associação, bem como os eventos promovidos local e nacionalmente, por meio do Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR). O MNCR tem site e equipe técnica que pode dar suporte à associação no sentido de desenvolver ações para esclarecer a população sobre a importância do trabalho da categoria. Ao realizar-se, essa ação, a mesma estará alinhada com os Ps de publicação, promoção e propagação de Adolpho (2011). Sugere-se, ainda, a criação de fórum de discussão, envolvendo atores interessados em projetos sociais e pesquisas acadêmicas.
Comunicação	Mensagens instantâneas da empresa, por meio de whatsapp e demais redes sociais. Ainda no whatsapp, sugere-se a criação de uma lista de transmissão para comunicados importantes e convites de eventos;
Marketing	A sociedade é sensibilizada pela propaganda. A informação é efetiva, gerando os resultados apropriados. Porém, a associação não dispõe de recursos para produzir, além do panfleto que entrega enquanto pratica a coleta seletiva. Por essa razão, as propostas de aplicação em marketing digital de baixo custo.

Fonte: Elaboração própria (2020)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das características mais significativas do marketing digital é sua capacidade de interação. O catador é ainda uma profissão pouco valorizada na sociedade, mas de imensurável importância para o desenvolvimento da economia circular, e sua história precisa ser conhecida. E a interatividade proporcionada pelo marketing digital faz dessa ferramenta uma excelente oportunidade para o acréscimo do engajamento dos fornecedores de resíduos com essa categoria, ainda tão marginalizada. Também corrobora para aumento de eficiência e eficácia em informar o quando e onde se localiza o lixo.

É possível, por meio de um celular de modelo simples, conectado à internet, divulgar ideias e ações em redes sociais, além de criar os fóruns de discussões. Outra possibilidade são os convites para eventos de impacto, ações de educação ambiental, que podem ser desde as palestras e oficinas já realizadas, até gincanas nas escolas onde a Associação já realiza ações de educação ambiental, competições em que pais e filhos participem, tirem selfies e postem fotos, para movimentar as plataformas digitais. O trabalho de difusão da mensagem de colaboração vai ser muito ampliado, principalmente com o uso de conteúdos que vinculem com as páginas nas redes sociais.

O *marketing* enquanto ciência, nasceu para ser aplicado em todos os setores, levando ganhos efetivos a quem lhe aplica com maestria. Assim sendo, torna-se clara a possibilidade de inseri-lo com êxito nos empreendimentos de catadores. A internet é estratégia indispensável a quem está no mercado, e não seria diferente nos negócios dos catadores de materiais recicláveis, pois o fato de manterem a cooperação entre si, não os isenta da competição com o concorrente externo. O presente estudo se limita ao uso do *marketing digital* para um tipo de empreendimento social e para ser aplicado a outros setores, teria de ser adaptado.

REFERÊNCIAS

- [1] Adolpho, C. (2011). Os 8 Ps do Marketing Digital-o Seu Guia Estratégico de Marketing Digital. Novatec, São Paulo. American Marketing Association (2013).
- [2] Baker, M., & Hart, S. (2008). The marketing book. Routledge.
- [3] Boone, L. E., & Kurtz, D. L. (2009). Marketing contemporâneo. Cengage Learning.
- [4] Canto, L. C. do, & Corso, K. B. (2017). Marketing na Era Digital. International Journal of Business Marketing, 2(2), 98-111.
- [5] Charlesworth, A. (2009). A Glossary of Internet Marketing Terms, Phrases and Concepts. Lulu. com.
- [6] Chaffey, D., & Ellis-Chadwick, F. (2019). Digital marketing. Pearson UK.
- [7] De Mattos, P. L. C. (2005). A entrevista não-estruturada como forma de conversação: razões e sugestões para sua análise. Revista de Administração Pública-RAP, 39(4), 823-846.
- [8] El-Gohary, H. (Ed.). (2013). E-Marketing in Developed and Developing Countries: Emerging Practices: Emerging Practices. IGI Global.
- [9] Exame (2019) Os 10 anos de Marketing Digital no Brasil – Um mercado em crescente expansão.
- [10] Holder, D. (2008) ' What do we mean by direct, data and digital marketing?' in Baker, M., & Hart, S. (2008). The marketing book. Routledge.
- [11] Information Resources Management Association. (2015). Social media and networking: Concepts, methodologies, tools, and applications. IGI Global.
- [12] Kiezel, M., & Wiechoczek, J. (2016). Internet-based Marketing Tools for Customer Engagement Management. In Proceedings of the International Marketing Trends Conference, ESCP-Europe and the Ca'Foscari University Venezia, Venezia.
- [13] Kotler, P. (2000). Marketing Management , Millennium Edition. *Marketing Management*, 23(6), 188–193.
- [14] Leeflang, P.; Verhoef, P.; Dahsström, P.; Freundt, T. Challenges and solutions for marketing in a digital era. Eur. Manag. J. 2014, 32, 1-12.
- [15] Machado, L., Andrade, D., & Cembranel, P. (2019). Análise bibliométrica do marketing digital associado ao marketing digital (2014-2018). In *CLAV 2019*.
- [16] Medeiros, L. F. R. de, & Macêdo, K. B. (2006). Catador de material reciclável: uma profissão para além da sobrevivência?. *Psicologia & Sociedade*, 18(2), 62-71.
- [17] Meng, X. (2009). Developing Model of E-commerce E-marketing. In *Proceedings. The 2009 International Symposium on Information Processing (ISIP 2009)* (p. 225). Academy Publisher.
- [18] Moschini, S. (2012). Claves del marketing digital. La nueva comunicación empresarial en el mundo, 3. La Vanguardia Ediciones.
- [19] Neves, B. C. (2018). Strategist librarian on social media: conceptual approach and possibilities of digital marketing in public libraries. *Informação & Sociedade*, 28(3).
- [20] Park, J., & Oh, I. K. (2012). A case study of social media marketing by travel agency: The salience of social media marketing in the tourism industry. *International Journal of Tourism Sciences*, 12(1), 93-106.
- [21] Piller, F. T. (2010). *Handbook of research in mass customization and personalization* (Vol. 1). World scientific.
- [22] Reino, L. S. A. (2010). Redes Sociais e marketing digital, o caso do Firula's Café. Recuperado de <http://bocc.ubi.pt/pag/reino-lucas-redes-sociais-e-marketing-digital.pdf>.
- [23] Safko, L. (2010). *The social media bible: tactics, tools, and strategies for business success*. John Wiley & Sons.
- [24] Saraiva, P. M. (2019). Marketing Digital: A Utilização Das Mídias Sociais como um Canal de Comunicação no Varejo de Moda de Barbalha-CE/Digital Marketing: The use of Social Media as a Communication Tool in the Fashion

Retail Market in Barbalha, Ceará. *Id On Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia*, 13(44), 486-507.

[25] Saura, J. R., Palos-Sánchez, P., & Cerdá Suárez, L. M. (2017). Understanding the Digital Marketing Environment with KPIs and Web Analytics. *Future Internet*, 9(4), 76. <https://doi.org/10.3390/fi9040076>.

[26] Silva, S. S., Souza, R. O. & Mendes, G. (2019). Análise do marketing digital nas diretrizes empresariais. *Caderno Profissional de Marketing-UNIMEP*, 7(1), 75-90.

[27] Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531(7595), 435-438.

[28] Torres, C. (2018). A bíblia do marketing digital: tudo o que você queria saber sobre marketing e publicidade na internet e não tinha a quem perguntar. *Novatec Editora*.

Capítulo 13

Avaliação de Serviços em Gerontologia: Relações entre a gestão e as dimensões da qualidade em um setor de medicina preventiva

Thays Helena do Carmo de Jesus

Celeste José Zanon

Resumo: A velocidade do envelhecimento populacional no Brasil tem gerado discussões sobre a qualidade dos serviços gerontológicos. Levando em conta os critérios avaliativos da qualidade em serviços, o objetivo principal desta pesquisa é conhecer como são estabelecidas as relações entre a gestão e as dimensões de qualidade em um setor de medicina preventiva. A metodologia fundamenta-se em um estudo de caso para um profícuo aprofundamento analítico do trabalho e está baseada em categorizações e procura de evidências. Os critérios para participação na pesquisa foram: ser gestor de uma operadora de saúde suplementar e atuar em serviços gerontológicos. Os resultados mostraram que as avaliações auxiliaram satisfatoriamente na busca de como as relações são estabelecidas entre a gestão e as dimensões de qualidade dos serviços gerontológicos prestados pelo setor de medicina preventiva. Considera-se que as relações são estabelecidas no conhecimento da organização; em um processo contínuo de melhorias relativo à tríade planejamento, implementação e reflexão; em um modelo de atendimento orientado pelo controle; nos prazos das atividades e na ambiência. Espera-se que este capítulo possa fomentar reflexões sobre novas formas de melhorar os serviços gerontológicos.

Palavras-Chave: Qualidade em serviços gerontológicos; gerontologia; serviços prestados aos idosos.

1. INTRODUÇÃO

Mudanças nas taxas de mortalidade e de fecundidade alteraram a distribuição etária da população brasileira (BANCO MUNDIAL, 2010). Tais alterações na pirâmide etária vem gerando debates, pois estão transcorrendo de forma rápida e exigindo respostas mais ativas e adequadas das autoridades. A implementação de políticas públicas essenciais para atender a população idosa deve considerar a qualidade dos serviços associados à essas políticas (NASRI, 2008).

Em 2006, foi aprovado pelo Ministério da Saúde a Política Nacional da Saúde da Pessoa Idosa, considerando a necessidade do setor de saúde dispor de uma política atualizada, relacionada à saúde do idoso, para orientar seus serviços (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Neste contexto, o Sistema Único de Saúde (SUS) tem procurado suprir as crescentes demandas da população do Brasil que está submetida a um acelerado processo de envelhecimento. A Política Nacional do Idoso, promulgada em 1994 e regulamentada em 1996, assegura os direitos sociais à pessoa idosa criando condições para promover sua autonomia, integração e participação efetiva na sociedade, reafirmando o direito à saúde nos diversos níveis de atendimento do SUS por meio da Lei nº 8.842/94 e do Decreto nº 1.948/96 (BRASIL, 1994; BRASIL, 1996).

Em 2003, o Presidente da República e o Congresso Nacional aprovaram e sancionaram o Estatuto do Idoso, conjunto de leis elaborado com participação intensa de entidades de defesa dos interesses dos idosos (BRASIL, 2003). O Estatuto reforça a resposta do Estado e da sociedade às necessidades da população idosa. Assim, no Capítulo IV, apresenta-se especificamente o papel do SUS na garantia da atenção à saúde da pessoa idosa de forma integral, em todos os seus níveis de atenção (QUALISUS, 2013).

Um dos importantes aspectos da Política Nacional é a incorporação, na atenção básica, de mecanismos que promovam a melhoria da qualidade e aumento da resolutividade dos serviços de atenção à pessoa idosa (MIRANDA et al., 2016).

Ao longo do tempo, o conceito de qualidade na área de serviços de saúde foi alvo de muitos debates, porém, um de seus conceitos é de que a qualidade tem um caráter multidimensional e suas dimensões se alteram ao longo do tempo. Em parte, essas modificações refletem a relevância de determinados problemas em situações e/ou contextos específicos, como por exemplo, o acesso quando há obstáculos ao uso de determinado serviço. Tal situação demanda a intervenção quando há risco ao paciente. Entretanto, o sentido mais amplo refere-se à qualidade como um constructo geral que engloba dimensões como a efetividade, o acesso, a eficiência, a aceitabilidade, dentre outras (QUALISUS, 2013).

A baixa qualidade de serviços impacta diretamente no cuidado das pessoas idosas. Nesse sentido, alguns estudos afirmam que esta questão se deve a fatores relacionados à gestão. O envelhecimento populacional traz consigo problemas de saúde que desafiam a previdência social e os sistemas de saúde, sejam eles públicos ou privados (MIRANDA et al., 2016).

Devido a aceleração do processo de envelhecimento, vários debates têm sido realizados nos últimos anos sobre a diversidade de qualidade de vida dos idosos brasileiros. Tais debates também têm considerado a qualidade dos serviços prestados a este público, de modo especial, os serviços de saúde, os quais são frequentemente demandados pela população com idade acima de 60 anos. A Política Nacional de Saúde da Pessoa Idosa expõe a importância de se apoiar o desenvolvimento de estudos e pesquisas que avaliem a qualidade e aprimorem os serviços de atenção à saúde do público sênior (BRASIL, 1994).

A qualidade desses serviços envolve vários fatores, tais como: segurança para os pacientes e profissionais, qualidade da assistência, construção de equipes multiprofissionais, dentre outros que colaboram com a melhoria contínua dos processos. Para Donabedian (1990), a qualidade em saúde está fundamentada em sete pilares: eficácia, efetividade, eficiência, otimização, respeitabilidade, legitimidade e equidade.

Dado o crescimento de número de idosos no Brasil e a importância da qualidade dos serviços prestados a eles no âmbito da saúde suplementar, o presente estudo apresenta a seguinte questão de pesquisa: considerando os critérios avaliativos dos serviços prestados aos clientes idosos, como são estabelecidas as relações entre a gestão e as dimensões de qualidade em um setor de medicina preventiva?

Portanto, o objetivo deste trabalho é conhecer como as relações são estabelecidas entre a gestão da qualidade e os serviços gerontológicos prestados por um setor de medicina preventiva de uma operadora de saúde suplementar. Utilizar os conceitos de dimensões da qualidade em serviços no processo metodológico do trabalho pode ser considerado como um objetivo específico.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O revisão bibliográfica deste trabalho está fundamentada em três temáticas de pesquisa: a qualidade dos serviços, os serviços gerontológicos e a saúde suplementar no Brasil.

2.1. QUALIDADE DOS SERVIÇOS

A gestão da qualidade e o setor de serviços, conforme Toledo et al. (2013), evoluíram ao longo do século XX em diferentes áreas. Para os autores, tal evolução ocorreu simultaneamente ao desenvolvimento industrial pós Segunda Guerra Mundial e, neste contexto, o setor de serviços desenvolveu metodologias e conceitos adequados às especificidades de seus sistemas de produção.

As características de qualidade em serviço podem ser agrupadas por similaridade em dimensões, as quais são conjuntos de características do serviço que compõem um determinado aspecto da qualidade e funcionam como critérios avaliativos, pois refletem os fatores que os clientes levam em consideração para avaliar o serviço (TOLEDO et al., 2013). Os autores descrevem as seguintes dimensões e seus respectivos conceitos:

- Consistência, a capacidade da organização de repetir resultados;
- Tempo de atendimento, a habilidade de atender clientes no tempo apropriado;
- Atmosfera, a cordialidade do atendimento;
- Canais de Atendimento, facilidade para entrar em contato com a organização;
- Custo, gasto financeiro do cliente ao adquirir o serviço;
- Tangíveis, evidências físicas do serviço;
- Segurança, habilidade da organização de transmitir confiança;
- Competência, conhecimento da empresa de serviços;
- Flexibilidade, rápida adaptação a novas configurações ambientais.

Considerando a área da Saúde como uma relevante prestadora de serviços e sujeita aos critérios avaliativos descritos, sua produção depende de estrutura física, material e tecnológica disponível e da existência de profissionais qualificados e motivados para transformar insumos em resultados (BONATO, 2011).

Sendo assim, os Programas de Qualidade ou de Gestão Hospitalar buscam a superação dessas limitações na gestão da infraestrutura, materiais e equipamentos, constituindo medidas práticas de melhoria, que apoiam a excelência, a humanização e o acolhimento da saúde, no atendimento à população (TOLEDO et al., 2013).

Muitas organizações de saúde estão submetidas ou têm buscado se submeter à Acreditação, um tipo de norma de qualidade. Entretanto, essas organizações são, em sua maioria, instituições privadas, haja vista que o processo de Acreditação gera altos custos, que parte dos hospitais públicos não consegue arcar.

De acordo com Bonato (2011), o cenário mostra que na maioria dos serviços particulares ou públicos ocorre a ausência de monitoramento e do controle de qualidade, existindo a falta de conhecimento das normas e protocolos assistenciais.

2.2. SERVIÇOS GERONTOLÓGICOS

Segundo o Relatório de Envelhecimento do Banco Mundial, os gastos com a saúde aumentarão significativamente, haja vista o aumento da expectativa de vida e o consequente aumento do número de pessoas idosas. Portanto, espera-se que essa população apresente uma demanda crescente por serviços (BANCO MUNDIAL, 2010).

Para Valkila et al. (2010), novos tipos de soluções de serviços devem ser desenvolvidos devido ao crescimento e alterações do perfil da população idosa. As necessidades específicas e expectativas das pessoas idosas são dinâmicas, sendo que o envelhecimento é heterogêneo, ou seja, ele não se apresenta linearmente, pois varia desde sistemas orgânicos a psicossociais. Segundo os mesmos autores, os idosos

enfatizam que a necessidade de um trabalho conjunto com o fornecedor é um fator determinante para melhorar a atratividade do uso dos serviços.

A Portaria nº 2.528 de 19 de outubro de 2006, alinhada a estas considerações, relata a necessidade de garantir a qualidade de serviços de atenção aos indivíduos idosos, de mecanismos que promovam a melhoria dos processos, de esforços para a resolutividade de questões associadas à acessibilidade e do apoio ao desenvolvimento de estudos e pesquisas que avaliem a qualidade e aprimorem a atenção de saúde à pessoa idosa (BRASIL, 2006).

O aumento dos gastos no setor da saúde na Europa, por exemplo, tem sido inversamente proporcional à qualidade da assistência realizada no atendimento a este segmento populacional, desse modo, os profissionais devem buscar realizar seus serviços dentro dos mais altos padrões de qualidade (Valkila et al., 2010).

2.3. SAÚDE SUPLEMENTAR NO BRASIL

A Constituição Brasileira foi promulgada no Congresso Nacional em 1988 e entre os temas existentes na Carta Magna incluía-se a Saúde que, com base no artigo n. 196, foi declarada como dever do Estado, porém liberada à iniciativa privada, no artigo n. 199 do mesmo documento (BRASIL, 1988). Cerca de 10 anos depois, com a Lei n. 9.656 de 03 de junho de 1998, estabeleceram-se as bases da Saúde Suplementar no Brasil com a criação da Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS).

Oficialmente, iniciava-se o processo de regulamentação do sistema privado de assistência à saúde. O Brasil possuía, então, dois sistemas de atendimento: o sistema público, caracterizado pelo SUS (Sistema Único de Saúde), que segundo a Constituição era dever do Estado e o sistema privado, cuja liberdade de atuação foi garantida pela própria Constituição e regulamentada pela criação da ANS (ZIROLDI et al., 2013).

A análise do perfil sociodemográfico da população de idosos com acesso a planos de saúde foi feita com base nos dados do suplemento de saúde da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística realizada em 2018 (IBGE, 2018). Os dados da PNAD permitem analisar, além das características gerais da população brasileira – tais como, rendimentos, habitação e trabalho – questões referentes à utilização de serviços e das condições de saúde (ANS, 2012).

De acordo com a ANS, 22% da população idosa brasileira, aqui considerada como a população com idade igual ou superior a 60 anos, são clientes de operadoras de saúde suplementar e representam 14% do total de beneficiários deste sistema particular. A distribuição por faixa etária mostra que 18 % dos clientes idosos têm idade superior a 80 anos, 30 % entre 70 e 79 anos e os restantes 52%, entre 60 a 69 anos (ANS, 2020).

Além de um maior envelhecimento observado para o próprio contingente de idosos na saúde suplementar, também chama a atenção a maior participação de mulheres entre os mesmos, 60% do total dos clientes idosos (ANS, 2020).

Os idosos são o grupo populacional que apresenta o maior número de reclamações relativas aos planos de saúde e aos serviços prestados pelas operadoras (VIEIRA e MARTINS, 2015). Portanto, dada a criticidade deste público, os serviços gerontológicos têm recebido uma atenção crescente tanto acadêmica quanto empresarial.

3. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos desta pesquisa, foi utilizado o método de estudo de caso de abordagem qualitativa e exploratória, que visa um aprofundamento da visão de um setor de medicina preventiva de uma operadora de saúde suplementar sobre a gestão da qualidade de serviços para idosos.

Para embasamento do processo da coleta de dados foram seguidos os seguintes estágios: (I) revisão bibliográfica de três temáticas; (II) elaboração de um questionário, com perguntas fechadas e abertas, orientada pela formulação da questão de pesquisa e pelo objetivo deste trabalho; (III) análise do conteúdo por meio dos conceitos de dimensões da qualidade em serviços; (IV) resultados; (V) conclusão.

Cabe mencionar que este estudo cumpriu todos os preceitos éticos e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa por meio da Base Nacional de Registros de Pesquisa com Seres Humanos, conforme a Resolução CNS 466/12 e 510/16 (BRASIL, 2012; BRASIL, 2016). Objetivo e método foram comunicados e assinado o

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A participação na pesquisa foi condicionada ao atendimento dos critérios: ser gestor de uma operadora de saúde suplementar e atuar em serviços ao público idoso.

Com o propósito de atingir o objetivo, as respostas obtidas por meio do questionário foram agrupadas e categorizadas. Tais categorias permitiram analisar o conteúdo e constatar os resultados por meio de excertos das respostas. Tal procedimento fundamentou as conclusões (VOSS et al., 2002).

O Estudo foi realizado em uma Operadora de Saúde, de caráter privado, em uma cidade do interior do Estado de São Paulo. Os programas do setor participante desta Operadora centram-se na atenção integral aos idosos e estão alocados em três unidades.

A primeira unidade trata de programas preventivos relacionados à atividades que colaborem com uma vida ativa e saudável. A segunda, por sua vez, refere-se a melhoria do processo de recuperação do idoso. Por fim, a terceira unidade focaliza o agravo com o propósito de controlar exacerbações de males relativos ao processo de envelhecimento.

As conclusões foram obtidas por meio da avaliação das respostas, comparação e discussão dos resultados.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foi realizada uma análise da gestão da qualidade a partir das dimensões da qualidade propostas por Toledo et al. (2013) e foram estabelecidas relações entre os serviços prestados aos idosos e o questionário aplicado.

As primeiras relações estabelecidas centram-se no conhecimento organizacional e na capacidade de se ter um processo cílico de melhorias que se apresentam pelas evidências de se estruturar um planejamento, uma implementação e um processo de reflexão sobre os serviços e seus processos. Para Toledo et al. (2013), essa questão, concernente a dimensão Competência, parecer ser apreciada e valorizada na gestão da assistência em saúde. A resposta a seguir corrobora tal identificação.

As ações propostas são planejadas com antecedência e após suas realizações é feita uma pesquisa de satisfação que inclui questões sobre todos os tipos de serviços e atividades realizadas durante o período em que participou do programa. A partir da pesquisa de satisfação consideramos o planejamento de ações futuras. A administração procura auxiliar a integração de gestores e colaboradores, as tomadas de decisão estratégicas, além de identificar falhas e oportunidades nos processos do setor de Medicina Preventiva.

A partir da dimensão Consistência pode-se verificar um segundo grupo de relações que tratam de um modelo de atendimento fundamentando no controle para se repetir ou melhorar os resultados. Essencialmente são um conjunto de ações para atingir um nível adequado de conformidade do serviço realizado referente ao planejado (CORREA e CAON, 2002). O excerto a seguir destaca parte das relações.

Os idosos são avaliados em nossos programas e possuem atividades previstas durante um ano. O monitoramento desses clientes é trimestral e acompanhado pela equipe. Após esse período o mesmo é avaliado, sendo analisada suas condições de saúde para possível alta ou redefinição do plano terapêutico. O monitoramento da expectativa dos participantes é através de relatos, reuniões e *feedbacks*.

A análise dos dados por meio da dimensão Tempo de Atendimento torna claro que a gestão da qualidade tem forte relação com o desenvolvimento dos processos e seus prazos. A resposta a seguir esclarece qual a colaboração dos gestores nas atividades, grupos e programas.

Viabilização dos processos e cronogramas para a realização das atividades propostas.

Outra relação foi estabelecida a partir do conceito de Atmosfera, que se traduz sumariamente pela habilidade de ser cordial no atendimento. Neste caso, a Gestão deve procurar compreender melhor os fatores que influenciam as relações entre colaboradores e clientes (BONATO, 2011).

Há grupos que não são tão participativos devido ao perfil dos idosos, mas mesmo assim há reflexões da equipe de como incluir e fazer com que os participantes tenham uma maior interação.

As possibilidades de acesso a canais de atendimento devem ser amplas, não se restringindo à própria presença do cliente na empresa, podendo ser efetuadas através de contato telefônico, serviços de entrega e sistemas informatizados tais como e-mails, sites, redes sociais, dentre outros (TOLEDO et al., 2013). Considerando as especificidades desta dimensão, observa-se que a gestão da qualidade da organização estende aos idosos o acesso aos canais tradicionais.

Há diversas formas de entrar em contato com o setor: e-mail, site, telefone, *call center*, dentre outros.

Entretanto, esses canais são os mesmos disponibilizados para os demais clientes. Assim, caso se leve em consideração a diversidade de possíveis limitações do público sênior, inclui-se nesta dimensão um potencial de melhorias relativas à facilidade que o cliente idoso tem para entrar em contato com a operadora de saúde.

Dentre os elementos considerados na dimensão Tangíveis, foi possível observar que a operadora preza pela disponibilidade de informações sobre os programas e pela ambição, conforme demonstram os excertos a seguir.

O setor conta também com um sistema de informação que contribui para a organização das atividades previstas.

Iluminação, ventilação, barras de apoio, tamanho das letras dos pôsteres de comunicação, cadeiras com braços, são exemplos de elementos tangíveis considerados na preparação do ambiente onde a atividade será executada.

Além dessas questões, observa-se que a operadora trabalha a confiabilidade por meio de avaliações periódicas individualizadas dos clientes idosos. Dessa forma, reduzem os riscos das atividades e, simultaneamente, baixam a percepção de risco do público sênior.

Há um público e atividades específicas para cada um dos programas, incluindo grupos e atendimentos individualizados. Acredito que o vínculo de confiança ocorra durante os encontros e as atividades.

Apesar da importância da gestão da qualidade das atividades ser reconhecida pelo setor participante, pode-se constatar a ausência de métodos ou sistemas específicos de avaliação dos serviços apropriadamente incorporados e consolidados. O excerto abaixo corrobora tal constatação.

O setor não possui nenhum método que avalia a qualidade de suas atividades.

Os resultados apresentados podem ser entendidos como uma contribuição prática considerando que a gestão da qualidade da operadora relativa aos serviços prestados aos idosos tem um potencial de melhoria intrínseco à sua estruturação. Os resultados também apresentam relevância teórica para a Engenharia de Produção e para a área de Qualidade, haja vista que compreender a priorização e o balanceamento das dimensões pode garantir substanciais avanços nas estratégias operacionais.

Se por um lado os resultados indicam um aprofundamento analítico, por outro lado, existe consideráveis restrições relativas a um único caso. Tal contexto, sob a ótica do binômio vantagens/desvantagens, será considerado em pesquisas futuras para contornar limitações metodológicas similares que abordem as mesmas temáticas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou conhecer, por meio dos conceitos de dimensões da qualidade, como as relações são estabelecidas entre a gestão da qualidade e os serviços prestados por um setor de medicina preventiva de uma operadora de saúde suplementar para clientes idosos.

As principais relações advindas das dimensões Consistência, Tempo de Atendimento, Atmosfera, Canais de Atendimento, Tangíveis, Segurança e Competência se estabelecem no conhecimento organizacional; em um processo contínuo de melhorias relativas à tríade planejamento, implementação e reflexão; em um modelo de atendimento orientado pelo controle; nos prazos das atividades e na ambição.

Considerando o nível de contribuição das dimensões para cumprir o objetivo principal desta pesquisa, pode-se afirmar que Competência e Consistência promoveram substancialmente o processo de estabelecimento das relações. Segurança, Tangíveis, Atmosfera, Canais de Atendimento e Tempo de Atendimento alcançaram um nível médio de contribuição. Custos e Flexibilidade forneceram indícios do potencial de evolução destes conceitos para a gestão da qualidade da operadora de saúde suplementar. Análises financeiras são elaboradas exclusivamente por setores de controladoria e o contexto pandêmico da COVID-19, por exemplo, mostrou a dificuldade de adaptação do setor em proporcionar atividades remotas alternativas.

Portanto, as dimensões de qualidade utilizadas auxiliaram satisfatoriamente na busca de como as relações podem ser estabelecidas entre a gestão da qualidade e os serviços gerontológicos prestados pelo setor de medicina preventiva. A adoção de estratégias que melhorem os serviços prestados aos idosos, com base nas dimensões menos exploradas, pode ser uma alternativa a ser considerada pelos gestores da qualidade.

Este capítulo estabeleceu correspondência entre as áreas de Qualidade e Gerontologia, e apresentou algumas relações qualitativas da gestão de serviços que podem auxiliar pesquisas futuras. Para novos trabalhos pode-se considerar mais evidências dos impactos da gestão da qualidade em serviços de saúde nas expectativas dos clientes idosos.

REFERÊNCIAS

- [1] ANS. Agência Nacional de Saúde Suplementar. Idosos na Saúde Suplementar: Uma Urgência para a Saúde da Sociedade e Sustentabilidade do Setor. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: http://www.ans.gov.br/images/stories/Materiais_para_pesquisa/Materiais_por_assunto/web_final_livro_idosos.pdf.
- [2] ANS. Agência Nacional de Saúde Suplementar. Dados do Setor de Planos de Saúde. Março, 2020. Disponível em: <http://www.ans.gov.br/perfil-do-setor/dados-e-indicadores-do-setor/sala-de-situacao>.
- [3] BANCO MUNDIAL. Envelhecendo em um Brasil mais Velho. Brasília p. 7. 2010.
- [4] BONATO, L. V. Gestão de qualidade em saúde: melhorando assistência ao cliente. O Mundo da Saúde, São Paulo v. 355 p. 319-331 2011. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/artigos/gestao_qualidade_saude_melhorando_assistencia_cliente.pdf. Acesso em 25 de agosto de 2019.
- [5] BRASIL, Senado Federal. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.
- [6] BRASIL. Lei n. 8.842, de 4 de janeiro de 1994. Dispõe sobre a Política Nacional do Idoso, cria o Conselho Nacional do Idoso e dá outras providências. Brasília; 1994. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8842.htm.
- [7] BRASIL. Decreto nº 1.948/96. Regulamenta a Lei nº 8.842, de 4 de janeiro de 1994. Diário Oficial da União 5 janeiro 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/decreto/D1948.htm>.
- [8] BRASIL. Estatuto do idoso. Brasília (DF): Senado Federal. 2003. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70326/672768.pdf?sequence=2>.
- [9] BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro do Estado da Saúde. Portaria nº 2.528, de 19 de outubro de 2006. Aprova a Política Nacional de Saúde da Pessoa Idosa. Diário Oficial da União, Brasília, Seção, 1, p.142, 2006.
- [10] BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466/12, 2012. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html.
- [11] BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510/16, 2016. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>.
- [12] CORREA, H.L.; CAON, M. Gestão de serviços: lucratividade por meio de operações e de satisfação dos clientes. São Paulo, Editora Atlas, 2002.
- [13] DONABEDIAN, A. The seven pillars of quality. Archives of Pathology & Laboratory Medicine, v. 114, n.11, p.1115-1118, 1990.
- [14] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamento familiar 2008-2009, 2018.
- [15] MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria Nº 2.528 de 19 de Outubro de 2006. Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2006/prt2528_19_10_2006.html. Acesso em 27 de Agosto de 2019.
- [16] MINISTÉRIO DA SAÚDE, QualiSUS - Rede. Ministério da Saúde, Brasília 2013. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/acoes-e-programas/qualisus-rede/sobre-o-programa>. Acesso em 27 de Agosto de 2019.

- [17] MIRANDA, G. M. D. MENDES, A. C. G. SILVA, A. L. A. O envelhecimento populacional brasileiro: desafios e consequências sociais atuais e futuras. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, Rio de Janeiro v. 19 n. 3. Maio de 2016.
- [18] NASRI, Fábio. O envelhecimento populacional no Brasil. *Demografia e Epidemiologia do Envelhecimento*, São Paulo v. 6 p. S4-S6 2008. Disponível em: <http://apps.einstein.br/revista/arquivos/PDF/833-Einstein%20Suplemento%20v6n1%20pS4-6.pdf>. Acesso em 26 de Agosto de 2019.
- [19] TOLEDO, J. C. D., BORRÁS, M.Á. A., MERGULHÃO, R. C., & MENDES, G. H. D. S. (2013). Qualidade: gestão e métodos. Rio de Janeiro: LTC, 48-62.
- [20] VALKILA, N. LITJA, H. AALTO, L. SAARI, A. Consumer panel study on elderly people's wishes concerning services. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, v. 51 p. 66-71 Novembro-Dezembro 2010.
- [21] VIEIRA, W. M.; MARTINS, M. Idosos e planos de saúde no Brasil: análise das reclamações recebidas pela Agência Nacional de Saúde Suplementar. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 20, p. 3817-3826, 2015.
- [22] VOSS, C; TSIKRIKTSIS, N; FROHLICH, M. Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.
- [23] ZIROLDI, R. R. GIMENES, R. O. JÚNIOR, C. C. A importância da Saúde Suplementar na demanda da prestação dos serviços assistenciais no Brasil. *O Mundo da Saúde*, São Paulo p. 216-221, 2013.

Capítulo 14

Satisfação no trabalho: Percepção dos funcionários de uma agência bancária de Assú/RN em Tempos de Pandemia

Lílian Danniely de Sousa

Andrea Kaliany da Costa Lima

Hudson do Vale de Oliveira

Alexia Naiana Melo Monteiro Ramos

Tatiane Castro de Oliveira Mohr

Resumo: O objetivo deste artigo foi analisar a satisfação dos colaboradores de uma agência bancária que estão trabalhando sob regime de *home office* na cidade de Assú, Rio Grande do Norte. Metodologicamente, o estudo teve abordagem qualitativa e quantitativa, contando com uma amostra composta por 07 (sete) colaboradores da agência bancária participante, que estavam trabalhando, quando da coleta dos dados, sob o regime *home office*. Na coleta de dados utilizou-se questionário estruturado que foi enviado por meio do *Google forms* para os colaboradores participantes da pesquisa. Com a oportunidade de trabalhar em casa, garantindo sua segurança e saúde, muitos dos colaboradores se sentiram motivados e engajados no novo cenário. Os resultados da pesquisa mostraram, no geral, que os colaboradores se sentem satisfeitos no trabalho e com o desempenho em relação ao formato *home office*, condição imposta pela agência durante a pandemia, apesar de alguns apresentarem dificuldades de adaptação. É possível considerar que a experiência com o *home office* pode contribuir para o desenvolvimento de uma política de trabalho muito mais flexível, ainda que em setores mais tradicionais.

Palavras-Chave: *Home Office; Produtividade; Satisfação.*

1. INTRODUÇÃO

O trabalho de atendimento *online* por vias remotas já vem se tornando uma realidade em muitas empresas, principalmente nas grandes organizações, nas quais os funcionários, e as suas atividades, foram muito afetados pela atual situação mundial, com a confirmação oficial da pandemia ocasionada pelo novo coronavírus. Assim, em função da pandemia, passou-se a adotar, nos mais diferentes segmentos da sociedade, estratégias para se combater a propagação do vírus, exigindo que muitas empresas se reinventassem.

Dessa forma, com a necessidade de evitar o contato humano direto, as atividades, o trabalho e as reuniões *online* se tornaram cada vez mais comuns, inclusive para as empresas que resistiam ao trabalho remoto e que, na atual conjuntura, não viram outra alternativa a não ser a de adotar esses métodos, passando a utilizá-los com mais frequência do que realmente gostariam ou, até mesmo, no caso de algumas empresas, do que realizavam antes da crise mundial de saúde.

Portanto, as empresas se viram em uma posição de investimento em meios de reuniões digitais, além da adoção do trabalho de casa, também chamado de *home office* ou trabalho remoto.

Nesse sentido, observou-se que o *home office* foi potencializado em função da pandemia causada pela COVID-19, sobretudo em função da necessidade de se adotar, mundialmente, medidas como a quarentena e o distanciamento social. Assim, a agência bancária participante deste estudo selecionou seus funcionários que fazem parte do grupo de prioridades como, por exemplo, àqueles considerados do grupo de risco e autorizou que este realizasse suas atividades de casa.

O estudo se justifica pela necessidade constante de se avaliar, nos diferentes contextos organizacionais, a satisfação dos funcionários com o trabalho que vem desenvolvendo, sobretudo no sentido de identificar pontos que precisam ser melhorados, não só de forma a garantir o alcance de melhores resultados, mas também o de proporcionar o bem estar da equipe, ainda mais quando se trata de contextos que, historicamente, já possuem uma carga de pressão elevada, como é o caso do setor bancário. Pressão essa que, no contexto de pandemia, mesmo com a adoção do *home office*, pode ter sido intensificada.

Nessa perspectiva, diante do atual cenário e dada a importância de avaliar e de acompanhar, mesmo na complexidade do processo, o trabalho realizado pelos bancários em *home office*, o presente estudo busca trazer elementos para responder a seguinte questão: qual o grau de satisfação dos funcionários de uma agência bancária, que estão trabalhando em *home office*, na cidade de Assú-RN, bem como apresentar as suas percepções sobre este formato?

Com base nesse questionamento, tem-se como objetivo geral: analisar a satisfação dos funcionários de uma agência bancária que estão trabalhando sob regime de *home office*. Para tanto, definiu-se como objetivos específicos: a) Traçar o perfil destes funcionários; b) Identificar e avaliar a satisfação destes funcionários com o *home office* e com aspectos relacionados à este formato; e c) Apresentar as percepções dos funcionários sobre este formato.

2. A PANDEMIA E AS ORGANIZAÇÕES: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Desde 2020, com a pandemia da COVID-19, o Brasil tem sofrido um grande impacto em diferentes segmentos da sociedade como, por exemplo, na economia, pois a população economicamente ativa do país não estava preparada para um novo ano de desafios em salas de escritórios, empresas e, até mesmo, em suas residências.

Na esteira desses impactos ocasionados pela pandemia, um dos setores mais afetados foi o da indústria, com 43% das empresas reportando impactos da pandemia. Em seguida, vêm o comércio (35%) e os serviços (30,2%). Em todos os setores, a expectativa foi o de aumento dos efeitos negativos nos meses seguintes: 68,5% na indústria, 59,1% no comércio e 49,7% nos serviços (TOBLER; BITTENCOURT, 2020).

Nesse contexto, Máximo (2020) ressalta que a Confederação Nacional da Indústria (CNI) informou que, em relação às medidas tomadas pelas empresas junto aos seus colaboradores, 58% adotaram o *home office*, 47% deram férias, 46% afastaram funcionários sintomáticos e 35% passaram a utilizar o banco de horas. Além disso, cerca de 21% separaram os funcionários por turnos e 19% optaram pelas férias coletivas.

A pandemia do novo coronavírus também ocasionou um aumento significativo do número de desempregos. No Brasil, a taxa foi maior entre as pessoas de cor preta ou parda, com 15,4%. Por grupos de idade, os mais jovens apresentaram taxas de desocupação maiores, de 23,3% para aqueles de 14 a 29 anos. Por nível de escolaridade, aqueles com nível superior completo ou pós-graduação tiveram as menores taxas, 6,8% (MELLO, 2020).

Já quanto às estratégias desenvolvidas para que esses empregos, em muitos casos, não fossem perdidos, recorreu-se ao trabalho em casa, sendo essa estratégia adotada por 46% das empresas durante a pandemia, segundo a Pesquisa “Gestão de Pessoas na Crise COVID-19”. O estudo, que foi elaborado pela Fundação Instituto de Administração (FIA), coletou dados de 139 pequenas, médias e grandes empresas que atuam em todo o Brasil (MELLO, 2020).

Entre as grandes empresas, o índice das que adotaram o regime de *home office* ficou em 55% e em 31% no caso das pequenas. Um terço do total das empresas (33%) disse que adotou um sistema parcial de trabalho em casa, valendo apenas em alguns dias da semana (MELLO, 2020).

Assim como as empresas, o setor bancário também teve que adotar estratégias semelhantes para dar continuidade às suas atividades frente à situação pandêmica. É o que veremos no subtópico a seguir, que traz alguns apontamentos específicos no setor bancário.

2.1. SETOR BANCÁRIO

O setor bancário também foi muito afetado com a pandemia. Os bancos precisaram se adequar para responder de forma rápida e decisiva às mudanças do novo cenário repleto de incertezas. Entretanto, o setor bancário teve um desafio adicional relacionado com o seu papel essencial na sociedade.

Nesse sentido, diversas medidas precisaram ser utilizadas de forma urgente para amenizar os efeitos negativos provocados pela pandemia. Para isso, a Federação Nacional dos Bancos (FENABAN) se reuniu, ainda em março de 2020, com as 236 entidades sindicais que representam cerca de 450 mil bancários de todo o Brasil. Pela primeira vez uma reunião com essa dimensão, entre representantes dos bancos e de bancários, foi realizada por meios remotos, em função da necessidade de evitar aglomerações, com foco em combater a disseminação do novo coronavírus (FEBRABAN, 2020).

Um dos encaminhamentos dessa reunião foi a criação da Comissão Bipartite COVID-19, ou seja, um canal direto e permanente de troca de informações entre os bancos e as entidades que representam os bancários sobre as ações adotadas. Ademais, foram confirmadas medidas dos bancos para a proteção de clientes e de funcionários, dentre elas, por exemplo: a) milhares de bancários trabalhando em esquema de *home office*; e b) criação de novos protocolos de limpeza das agências e as equipes encarregadas da tarefa foram orientadas a intensificar a higienização, especialmente dos locais com maior contato das pessoas, como maçanetas, balcões, botões de elevadores e superfície dos caixas eletrônicos.

3. SATISFAÇÃO NO TRABALHO

A satisfação no trabalho se configura como um fenômeno complexo e de difícil definição, devido à diversidade de seus aspectos e por se tratar de um estado subjetivo, o que dificulta a sua conceituação, podendo variar entre os indivíduos ou, inclusive, na própria pessoa, de acordo com diferentes circunstâncias e ao longo do tempo (AZEVEDO, 2012).

É um tema que, possivelmente também em função da elevada carga de subjetividade que apresenta, já nas primeiras décadas do século XX, tem despertado o interesse de vários pesquisadores do comportamento organizacional e também de gestores empresariais (SIQUEIRA, 2008).

Medeiros (2002) enfatiza a importância das organizações estarem atentas à qualidade de vida dos seus trabalhadores, inclusive considerando as novas formas de organização do trabalho, que buscam uma complementação entre trabalho e vida pessoal. Assim, a satisfação do indivíduo, com reflexões positivos ou negativos no seu trabalho, depende de muitos fatores, para além dos presentes na organização, que devem ser considerados. Portanto, a organização deve buscar compreender estes fatores que ultrapassam os limites da empresa e que envolvem diferentes dimensões, como: física, social, psicológica, intelectual e profissional.

De forma mais específica, Robbins (2005, p. 61) destaca que “o termo satisfação com o trabalho se refere à atitude geral de uma pessoa em relação ao trabalho que ela realiza”. Assim, de uma maneira proporcional, o autor expressa que quanto maior for a satisfação de uma determinada pessoa em relação ao seu trabalho, maior será também a sua dedicação frente à realização de suas demandas; por outro lado, não estando satisfeita (insatisfeita, portanto) a pessoa tenderá a não apresentar, por exemplo, comprometimento para a realização de suas demandas.

Em tempos de pandemia, nos quais as organizações precisaram se reinventar, a satisfação no trabalho torna-se um tema ainda mais importante a ser discutido, especialmente quando se tem em mente que a satisfação perpassa diversos fatores que ultrapassam os limites organizacionais, mas que, tal como os aspectos presentes na organização, também refletem no desempenho e bem estar dos colaboradores.

4. METODOLOGIA

Associado a uma revisão bibliográfica, o estudo, quanto aos métodos, se caracteriza como sendo de natureza exploratório-descritiva. De acordo com Gil (2008), as pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema.

Ademais, o estudo ainda pode ser considerado como qualitativo e quantitativo, o primeiro em função das análises interpretativas realizadas (FLICK, 2009; STAKE, 2011) e o segundo caracterizado pela utilização da escala *Likert* para a coleta dos dados. Trata-se, ainda, de um estudo de caso (LÜDKE; ANDRÉ, 1986), uma vez que a pesquisa foi realizada junto à uma agência bancária na cidade de Assú, no Rio Grande do Norte.

A população da pesquisa foi composta por 07 (sete) colaboradores da agência bancária participante, que estavam trabalhando sob o regime *home office*.

Para a coleta de dados referentes à percepção dos colaboradores sobre o trabalho em *home office*, utilizou-se questionário estruturado (GIL, 2002), sendo este adaptado do estudo de Siqueira (2008), dividido em 3 (três) partes: a) perfil dos respondentes; b) percepção quanto à satisfação com o *home office*, utilizando uma escala *Likert*; e c) percepção sobre o trabalho *home office*, agora por meio de questões subjetivas.

Em função da pandemia, o questionário foi enviado via *Google forms*. Os dados foram tratados com o auxílio do Software *Microsoft Office Excel*, por meio de estatística descritiva. Para as questões subjetivas, utilizou-se análise de conteúdo, considerando a originalidade das falas dos respondentes e mantendo a confidencialidade destes.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1. PERFIL DOS RESPONDENTES

Observou-se que a maioria dos respondentes é do sexo feminino (57,1%). Quanto à faixa etária, 42,9% tem entre 21 e 30 anos. A maior parte (57,1%) é casada e não possui filhos. Com relação aos funcionários que estão em trabalho remoto, 57,1% é técnico bancário.

Em relação à escolaridade, observou-se o mesmo percentual (42,9%) para ensino médio e ensino superior completo. Quanto ao tempo de serviço na instituição, constatou-se que 85,7% tem menos de 5 anos. Verificou-se que 100% nunca teve experiência com o *home office*. Apenas 14,3% reside na cidade e 57,1% são do grupo de risco para a COVID-19.

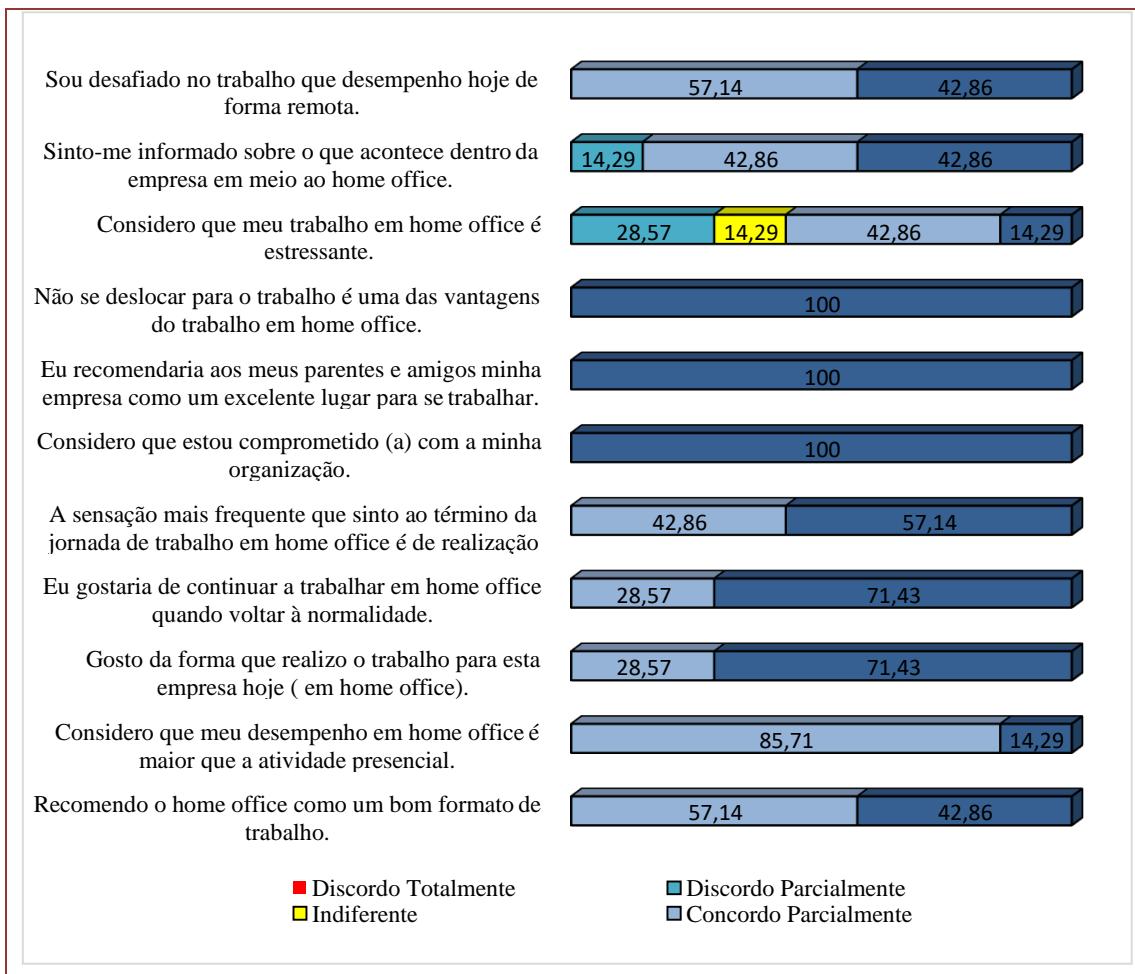
5.2. SATISFAÇÃO COM O HOME OFFICE

Ao serem questionados sobre o *home office*, 57,14% destacaram que é um bom formato de trabalho. 71,43% disseram gostar desse formato em que, atualmente, realizam as suas atividades. O mesmo percentual (71,43%) afirma que gostaria de continuar em *home office* quando tudo voltar ao normal. Além disso, 85,71% consideraram que o seu desempenho profissional em *home office* é maior que na atividade presencial na agência (Gráfico 1).

Os dados apresentados são alguns dos que podem ser observados no Gráfico 1 e, de posse deles, pode-se considerar que, de forma geral, o grupo pesquisado se mostrou muito satisfeito em trabalhar no formato remoto. No entanto, neste formato, cabe destacar a importância de se estabelecer um equilíbrio em termos de carga horária no que se refere à separação entre vida pessoal e vida profissional, pois a separação entre elas tem se tornado um desafio nestes tempos de pandemia.

Em todo caso, com foco no percentual de 85,71% que consideraram ter um maior desempenho neste período trabalhando em *home office*, em comparação com o trabalho presencial na agência, pode-se inferir que a gestão do tempo não tem sido um problema no alcance dos resultados profissionais, ainda que não seja possível fazer considerações específicas sobre o equilíbrio – importante e necessário – entre a vida pessoal e profissional, conforme mencionado anteriormente.

Gráfico 1: Satisfação com o *Home Office*



Fonte: Pesquisa de campo (2020).

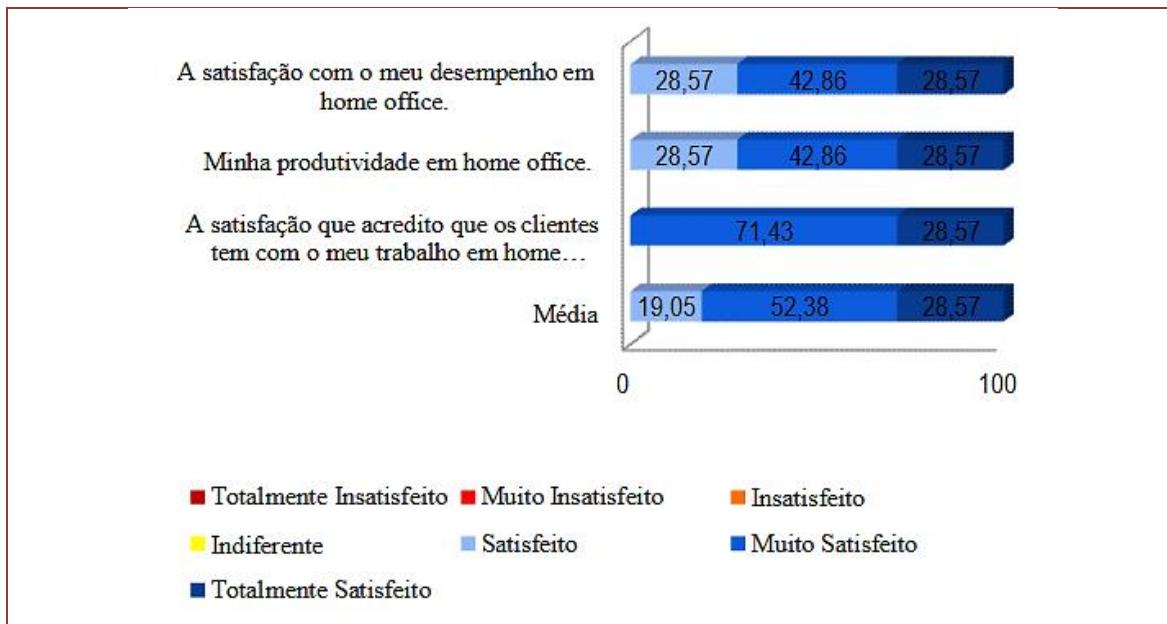
5.3. SATISFAÇÃO COM O DESEMPENHO EM HOME OFFICE

Ao serem questionados, especificamente, sobre o desempenho em *home office*, mesmo em um contexto de crise sem precedentes, os pesquisados reportaram altos níveis de satisfação com o trabalho realizado em casa e uma percepção de que seu desempenho foi impactado positivamente com o formato *home office*, com 42,86% de muita satisfação (Gráfico 2).

Ademais, pelos dados observados, o *home office* é percebido pela maioria dos respondentes como uma possibilidade de aumentar sua produtividade, precisão e qualidade do trabalho, refletindo na percepção que eles têm quanto a satisfação dos clientes, chegando a 71,43% de funcionários que afirmaram acreditar que seus clientes estão muito satisfeitos.

Estes resultados, em análise com os do Gráfico 1, especificamente sobre o interesse de funcionários em se manter trabalhando em *home office*, pode fornecer subsídios para a tomada de decisão dos responsáveis pela gestão de pessoas na agência bancária.

Gráfico 2: Satisfação com o Desempenho em *Home Office*.



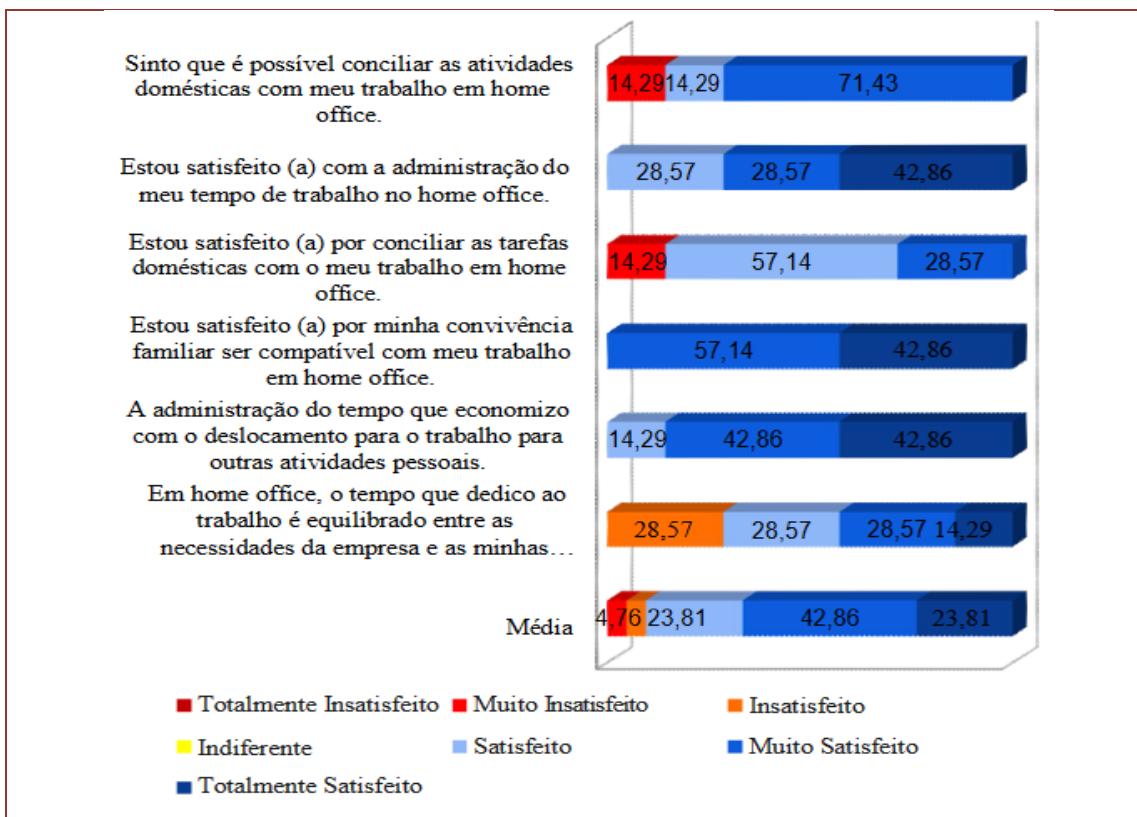
Fonte: Pesquisa de campo (2020).

5.4. SATISFAÇÃO COM A GESTÃO DO TEMPO EM *HOME OFFICE*

Sobre a gestão do tempo, 71,43% relataram estar muito satisfeitos com a possibilidade de poder conciliar as atividades domésticas com o trabalho e 57,14% estão satisfeitos por conseguir esse feito. O percentual dos que disseram estar totalmente satisfeitos com a administração do tempo e dos que afirmaram que a convivência familiar é compatível com o trabalho em *home office* foi o mesmo (42,86%). Assim, a percepção geral é a de que é possível conciliar o trabalho em casa com as atividades domésticas (Gráfico 3).

É interessante ressaltar que, por meio de uma adequada gestão de tempo, o *home office* pode se tornar viável para um indivíduo que procura mais tempo de convívio com a família, sem deixar de realizar seus compromissos profissionais. Assim, o fato de o indivíduo poder estar em casa e realizar suas funções em seu ambiente pessoal exige deste uma gestão do seu próprio tempo, pois saber dividir e separar o tempo para as atividades profissionais e as atividades com os familiares é fundamental.

Mas é preciso ter disciplina, fazendo, por exemplo, a associação de tarefas à serem executadas e o tempo limite para cada uma delas. No entanto, cabe destacar a individualidade de cada funcionário e, nesse sentido, cada um deve adotar o seu estilo de gerenciamento do tempo que mais lhe beneficiará e que também proporcionará os melhores resultados para a organização.

Gráfico 3: Satisfação com a Gestão do Tempo em *Home Office*

Fonte: Pesquisa de campo (2020).

5.5. PERCEPÇÕES DOS FUNCIONÁRIOS EM (SOBRE) HOME OFFICE

Ao serem questionados sobre o trabalho remoto, bem como suas vantagens e desvantagens, dentre os relatos, TB2 e TB7 destacaram:

TB2: Vantagem – trabalhar bem perto da família. Desvantagem – falta do contato direto com o cliente;

TB7: A vantagem é não precisar pegar a estrada todo dia, arriscando a vida, a desvantagem é estar longe dos colegas para poder tirar as dúvidas pois muitas vezes eles estão muito ocupados para nos atender.

A palavra família se destaca na fala dos respondentes devido esse formato possibilitar uma convivência maior com os entes queridos. Uma maior produtividade, qualidade nos serviços prestados, flexibilidade do tempo e comodidade também aparecem como pontos positivos nas falas. A possibilidade de não ter que enfrentar o trânsito diário também é apresentada como uma das vantagens.

Aparecem como desvantagens o problema de comunicação ou a falta de uma melhor interação entre os funcionários que estão trabalhando na agência com o grupo em *home office*, bem como o fato da interação com os clientes pelos canais digitais também deixar a desejar e, claro, a falta do contato presencial com o cliente que, inclusive, e até chama a atenção, foi considerado um dos pontos negativos por alguns respondentes.

No que se refere ao questionamento sobre às principais medidas adotadas para que a equipe desenvolvesse seu trabalho em *home office*, TB3 e TB5 relataram:

TB3: Ofertou todas as condições para desenvolver o trabalho remoto, fornecendo equipamentos e informações diárias para resolver as tarefas;

TB5: Para uma profissional recém-chegada, a principal medida tomada pela gestão da empresa foi o direcionamento, com isso pude ter um norte para ir me adequando junto as necessidades.

Pelos relatos, percebeu-se que foram disponibilizadas, aos respondentes, às condições necessárias para o desempenho de suas funções, mesmo trabalhando fora do ambiente da agência. Cabe destacar, também, que, conforme as falas dos respondentes, foram realizados treinamentos para a equipe.

Voltando a questão da satisfação da equipe com o desempenho no trabalho em *home office*, já abordado em subitem anterior, TB1 e TB7 enfatizaram:

TB1: Sim, estou muito satisfeito, pois atingi a meta de produtividade (vendas), que jamais tinha alcançado no trabalho presencial e estou contribuindo pontualmente nas metas da empresa;

TB7: Mais ou menos, sinto que poderia ser melhor, pois cada dia aprendo uma coisa nova e isso é bom, mas ao mesmo tempo atrapalha no desenvolvimento do trabalho.

Mesmo nesse cenário de crise e apesar das adversidades, os respondentes demonstraram satisfação com o desempenho em *home office*, pois, em geral, conseguiram atingir as metas estabelecidas, e alguns chegaram a se destacar pela sua produtividade, empenho e comprometimento com a agência.

A satisfação de modo geral com o trabalho em *home office*, também foi pergunta feita aos respondentes. Assim, TB1 e TB4 pontuaram:

TB1: Sim, estou muito satisfeito, pois me adaptei ao trabalho remoto de maneira muito eficiente, de modo que atendo a maioria das demandas presenciais, com limitações legais e organizacional. Sinto falta de equipamentos ergonômicos;

TB4: Parcialmente. Por ter passado cerca de 3 meses na agência presencialmente, sinto que não me preparei o suficiente em muitas áreas e acabo tendo a sensação de insuficiência no *Home office*.

Dante destas falas, o que é intrigante é que, mesmo que apontem pontos negativos quando questionados sobre o trabalho em *home office*, a maioria da equipe se declara satisfeita com esse formato.

Por fim, a última questão tinha por objetivo dar aos respondentes espaço para apresentarem sugestões de melhorias para que o trabalho em *home office* na agência pudesse atingir o mais alto desempenho e um elevado nível de satisfação de seus clientes. Dentre as sugestões, TB2 e TB6 sugeriram:

TB2: Que tivéssemos mais apoio. Porque as vezes ficam muitas perguntas soltas. Sem resposta;

TB6: Um aplicativo do banco que implementasse chamada de vídeo com o cliente, para aumentar a confiança e credibilidade do cliente com nosso atendimento.

Essas sugestões podem se configurar como importante *feedback* dos funcionários que estão atuando em *home office*, sobretudo porque tais informações são de extrema relevância para o desenvolvimento de ferramentas que possam proporcionar um melhor desempenho no/do trabalho, com uma maior qualidade na execução dos processos e excelência no atendimento aos clientes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho remoto, em decorrência da pandemia do novo coronavírus se tornou uma realidade para os mais diferentes segmentos da sociedade, cada qual adaptando-se conforme suas particularidades.

Dessa forma, no caso do setor bancário, no qual, mesmo com todas as tecnologias existentes, muitas atividades se concentraram – ou se concentravam antes da pandemia – nas agências físicas, muitos funcionários tiveram que se adaptar ao *home office*, desenvolvendo suas atividades de casa.

Nessa perspectiva, este artigo teve por objetivo analisar a satisfação dos funcionários de uma agência bancária que estão trabalhando sob regime de *home office* na cidade de Assú, Rio Grande do Norte.

Com base nos resultados obtidos, verificou-se que, mesmo em momento de crise sanitária e diante das adversidades, potencializadas pela pandemia, a maior parte dos colaboradores afirmou estar satisfeita e muito satisfeita com o formato *home office* e que o desempenho não foi comprometido em decorrência de estar trabalhando de/em casa, bem como ressaltou estar satisfeita com a gestão do tempo neste período pandêmico.

Constatou-se, portanto, que a experiência com o *home office*, na percepção dos colaboradores da agência bancária participante deste estudo, se mostrou bastante positiva, uma vez que estes tiveram a oportunidade de trabalhar em um ambiente que, para eles, foi satisfatório e produtivo, além de ser mais flexível. Assim, é possível considerar que a experiência com o *home office* pode contribuir para o desenvolvimento de uma política de trabalho muito mais flexível, ainda que em setores mais tradicionais.

Como limitação deste artigo, destaca-se o tamanho da amostra. Assim, sugere-se a realização de outras pesquisas que considerem uma amostra maior, bem como em outras regiões do país, inclusive para identificar se existem características regionais que, atreladas aos aspectos aqui considerados, influenciam, em maior ou menor grau, na satisfação dos colaboradores que executam, ainda que temporariamente, suas atividades em *home office*.

REFERÊNCIAS

- [1] AZEVEDO, J. D. Satisfação no trabalho: um estudo de caso na Procuradoria-Geral de Justiça do Rio Grande do Norte. 2012. 82f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia), Departamento de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.
- [2] FEBRABAN. "Bancos e sindicatos se reúnem para debater medidas de contenção ao avanço do Covid-19". Febraban News [17/03/2020]. Disponível em: <<https://portal.febraban.org.br/noticia/3424/pt-br/>>. Acesso em: 14 out. 2020.
- [3] FLICK, U. Introdução à pesquisa qualitativa. 3^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 408p.
- [4] GIL, A. C. Como elaborar projeto de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002. 176p.
- [5] GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6^a ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [6] LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1986. 99p.
- [7] MÁXIMO, W. "Pesquisa da CNI revela impacto do coronavírus na indústria brasileira". Agência Brasil [30/03/2020]. Disponível em: <[https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-03/pesquisa-da-cni-revela-impacto-do-coronavirus-na-industria-brasileira#:~:text=A%20crise%20provocada%20pela%20pandemia,Nacional%20da%20Ind%C3%BAstria%20\(CNI\)&text=Um%20total%20de%205%25%20das,e%203%25%20relataram%20impactos%20positivos.](https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-03/pesquisa-da-cni-revela-impacto-do-coronavirus-na-industria-brasileira#:~:text=A%20crise%20provocada%20pela%20pandemia,Nacional%20da%20Ind%C3%BAstria%20(CNI)&text=Um%20total%20de%205%25%20das,e%203%25%20relataram%20impactos%20positivos.)>. Acesso em: 14 out. 2020.
- [8] MEDEIROS, E. G. Análise de qualidade de vida no trabalho: um estudo de Caso na Área da Construção Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3048/000330877.pdf?sequence>>. Acesso em: 20 out. 2020.
- [9] MELLO, D. "Home office foi adotado por 46% das empresas durante a pandemia". Agência Brasil [28/07/2020]. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-07/home-office-foi-adoptado-por-46-das-empresas-durante-pandemia>>. Acesso em: 12 out. 2020.
- [10] ROBBINS, S. P. Comportamento organizacional. 11^a ed. São Paulo: Pearson education, 2005.
- [11] SIQUEIRA, M. M. M. Satisfação no trabalho. In: SIQUEIRA, M. M. M. (org.). Medidas do comportamento organizacional: ferramentas do diagnóstico e de gestão. 2^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- [12] STAKE, R. E. Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam. Porto Alegre: Penso, 2011.
- [13] TOBLER, R.; BITTENCOURT, V. S. "Os impactos do Coronavírus nas empresas e nos consumidores". Blog do Ibre [01/04/2020]. Disponível em: <<https://blogdoibre.fgv.br/posts/os-impactos-do-coronavirus-nas-empresas-e-nos-consumidores>>. Acesso em: 21 out. 2020.

Capítulo 15

Uma análise sobre o estado da arte da produção científica de gamificação

Nilton Otávio de Oliveira Gomes

Rodrigo da Gama Pinheiro

Augusto Cézar de Aquino Cabral

Sandra Maria dos Santos

Resumo: O presente estudo apresenta subsídio relevante para futuras pesquisas e contribui no sentido de organizar e sistematizar os conhecimentos do tema gamification pela técnica bibliométrica, destacando uma análise sobre publicações classificadas na macrocategoria negócios, em virtude de ser uma ferramenta emergente de inovação organizacional aplicada nas empresas que visam fidelizar clientes ou engajar os colaboradores. O referido estudo tem por objetivo geral analisar como se configura o estado da arte da produção científica sobre gamificação. Trata-se de um estudo exploratório-descritivo com abordagem quantitativa, utilizando o método de pesquisa bibliométrico. Foi utilizada a pesquisa documental de publicações científicas com o tema gamification nas bases de dados *scielo*, *scopus*, *spell* e *web of science* no período de 2010 a 2020 cujo observou-se movimentos crescentes das publicações. Na macrocategoria negócios foi observado um aumento nos trabalhos científicos. Quanto ao perfil de autoria, a quantidade de três autores por artigo possui maior representatividade.

Palavras-chave: Gamificação, *gamification*, estudo bibliométrico, inovação organizacional, produção científica.

1. INTRODUÇÃO

A gamificação refere-se ao uso da mecânica de gamificação para influenciar comportamentos e emoções em contextos tradicionalmente não relacionados ao jogo (HAMMEDI; LECLERQ; VAN RIEL, 2017). No âmbito da pesquisa é um tema jovem que tem atraído a crescente atenção de acadêmicos e profissionais (MIRI; GANZER; MATTE; CHAIS; OLEA, 2020). É imprescindível destacar o artigo publicado por Miri et al (2020), "Gamificação: uma análise bibliométrica de artigos científicos publicados entre 2008 e 2018", no qual foram avaliados 48 artigos publicados nas bases *Web of Science* e *Scopus*. Os trabalhos de pesquisas bibliométricas anteriores contribuíram para um diagnóstico da produção científica sobre o tema, porém restringiram-se a poucas bases de dados ou foram encontradas poucas publicações no período das pesquisas. Além disso, não foi encontrado em nenhum dos trabalhos anteriores, uma análise mais aprofundada sobre os artigos publicados voltados à área de Negócios.

O presente estudo apresenta subsídio relevante para futuras pesquisas e contribui no sentido de organizar e sistematizar os conhecimentos acerca do tema pela técnica bibliométrica. Essas técnicas ajudam em uma melhor compreensão da temática. Além de identificar tendências e lacunas a serem investigadas (QUEVEDO-SILVA et al., 2016). O estudo também faz uma análise sobre os artigos publicados e classificados dentro da macrocategoria Negócios em virtude da relevância da temática para as organizações que visam aplicar o *gamification* para fidelizar clientes ou engajar os colaboradores. Assim, em virtude da relevância da investigação de estudos que abordem a temática, faz-se necessário realizar um novo estudo incluindo novas bases de pesquisa e ainda responder a questão da pesquisa: Como se configura o estado da arte de produção científica sobre gamificação. O presente trabalho utilizou o método de pesquisa bibliométrica. Foi realizado um estudo exploratório-descritivo com abordagem quantitativa. Os procedimentos técnicos adotados foram documentais, em consulta à base de dados *SciELO*, *Scopus*, *SPELL* e *Web of Science* no período de 2010 a 2020. Apresentado como contribuição, um panorama mais abrangente da produção científica catalogada nessas bases. Assim, o trabalho tem como objetivo geral analisar como se configura o estado da arte de produção científica sobre gamificação. Apresenta como objetivos específicos: (1) apresentar um panorama global acerca dos estudos sobre gamificação; (2) classificar os estudos sobre gamificação em macrocategorias; (3) identificar a evolução histórica da produção sobre gamificação com foco em negócios; (4) identificar os eixos temáticos das produções sobre gamificação com foco em negócios; e (5) identificar o perfil de autoria das produções sobre gamificação com foco em negócios.

O artigo está dividido em cinco seções. Sendo esta a primeira seção, a introdução. A segunda seção apresenta a fundamentação teórica, a terceira seção descreve a metodologia do trabalho, a quarta seção faz uma análise dos dados e, por último, a quinta seção apresenta as conclusões do presente trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para analisar como se caracteriza a produção científica brasileira sobre gamificação no Brasil, é apresentado a seguir um referencial teórico contendo os tópicos: (1) Elementos da gamificação; (2) Gamificação e o engajamento do cliente e do colaborador; (3) Macrocategorias da gamificação; e (4) Pesquisas bibliométricas anteriores sobre gamificação.

2.1. ELEMENTOS DA GAMIFICAÇÃO

Segundo Kavaliova, Virjee, Maehle, & Kleppe (2016), a gamificação deriva de princípios motivacionais de jogos, como meta, regras, sistema de *Feedback* e participação voluntária. Uma meta é um resultado específico que um jogador trabalha para alcançar e que lhe dá um senso de propósito. As regras estabelecem limitações, que liberam a criatividade e estimulam o pensamento estratégico. Os sistemas de *Feedback* informam o quanto perto o jogador está de atingir o objetivo, de modo a persuadi-lo de que o objetivo é alcançável e motiva o jogador a continuar jogando. A participação voluntária em uma experiência compreende a energia, o envolvimento e a eficácia sentida pelo indivíduo na experiência (ROBSON; PLANGGER; KIETZMANN; MCCARTHY; PITTS, 2016).

A gamificação não é um concurso, *Feedback de amigos* ou um jogo (SOBOCINSKI, 2017). Sobocinski (2017) explica que a gamificação deve tornar o mundo um lugar melhor. Deve mudar hábitos para que os alunos aprendam mais e os participantes participem mais. Por outras palavras, não se pretende criar uma rede social em que o único objetivo seja recolher informação sobre o utilizador para o explorar ainda mais. A gamificação também não se classifica como um jogo. Parece ser simples adicionar um jogo a um produto e gamificar todo o pacote, mas o jogo é um aditivo, não um elemento essencial. A gamificação é usada em vários domínios, como e-commerce, mobile marketing, inovação e gestão intra-organizacional (HAMMEDI; LECLERQ; VAN RIEL, 2017). Segundo Robson, Plangger, Kietzmann, McCarthy, & Pitt, (2016), o engajamento dos funcionários envolve "atrelar" os funcionários aos seus empregos por meio de seu envolvimento, satisfação e entusiasmo pelo trabalho. O engajamento pode ter implicações importantes para os gerentes. Além disso, o maior engajamento dos funcionários tem sido associado ao aumento da satisfação do cliente. O envolvimento do cliente pode ser conceituado como um estado psicológico que depende do contexto e é caracterizado por processos interativos dinâmicos, bem como manifestações comportamentais além da mera conclusão de transações.

Hammedi, Leclerq e Van Riel (2017) explicam sobre a existência de duas dimensões principais para o valor criado pelo cliente: a orientação do valor (intrínseca / extrínseca) e a natureza do valor (ativo / reativo). A orientação do valor extrínseco é derivada de resultados gerados por meio da experiência, e a orientação do valor intrínseco se refere à apreciação da experiência por si mesma, além de qualquer outra consequência que possa resultar. A natureza do valor reativo é derivada da resposta passiva do cliente a um objeto de consumo, como a tecnologia. Por outro lado, a natureza do valor ativo é derivada de uma participação ativa do cliente na produção da experiência. Segundo Hammedi, Leclerq e Van Riel (2017), existem quatro diferentes partes que estão envolvidas nas experiências gamificadas: jogadores, designers, espectadores e observadores. Jogadores são aqueles indivíduos que participam da própria experiência gamificada, geralmente clientes ou funcionários. Designers são aqueles indivíduos que criam experiências gamificadas; em um contexto organizacional, esses indivíduos são gerentes. Espectadores são indivíduos que não participam diretamente da experiência, mas podem influenciar a experiência por meio, por exemplo, de jogadores de apoio. Finalmente, os observadores são indivíduos que estão cientes da experiência gamificada, mas não têm impacto direto ou indireto sobre ela.

De acordo com Hofacker, Ruyter, Lurie, Manchanda e Donaldson (2016), uma estrutura amplamente reconhecida para projetar jogos é o Modelo Elemental Tetra. O modelo consiste em quatro características elementares de design que se inter-relacionam e criam um ecossistema cognitivo e afetivo em torno do tema de um jogo: história, mecânica, estética e tecnologia. Hofacker, Ruyter, Lurie, Manchanda e Donaldson (2016) propõem que esses quatro elementos são aplicáveis à gamificação. Todos os quatro elementos devem ser cuidadosamente alinhados para criar envolvimento e imersão do jogador. O primeiro elemento, a história ou formato narrativo, fornece contexto para um jogo e adiciona significado à experiência de consumo. A mecânica, o segundo elemento, refere-se a regras e aspectos estruturais dos jogos e se preocupa com a forma como o sucesso é reconhecido por recompensas, estruturas de incentivos e níveis de jogo. A mecânica do jogo permite que os jogadores saibam como se mover durante o jogo e formar uma impressão do que é esperado e recompensado nos níveis hierárquicos do jogo. Terceiro, a estética, ou a aparência de um jogo, confere aos jogos um senso de propósito e fortalece o desenvolvimento do enredo. Finalmente, a tecnologia diz respeito a como o meio molda a experiência do jogo.

2.2. GAMIFICAÇÃO E O ENGAJAMENTO DO CLIENTE E DO COLABORADOR

Zichermann e Cunningham (2011) definem o termo "engajamento", no sentido comercial, como a conexão entre um consumidor e um produto ou serviço. Destacam ainda que o engajamento é o período no qual há uma grande conexão com uma pessoa, lugar, coisa ou ideia. Nesse diapasão, aproveitando a esteira do desenvolvimento tecnológico, as organizações têm buscado medir e aprimorar as experiências dos clientes e colaboradores para aumentar o engajamento desses *stakeholders*.

Com mais de 120 publicações apresentando os benefícios morais e educacionais da aprendizagem gamificada, inclusive em ambientes corporativos, o conceituado psicólogo e psiquiatra Mihaly Csikszentmihalyi (1999) conceitua os 8 elementos do *GameFlow* - Fluxo do Jogo que conduz a pessoa ao estado mental de engajamento total:

- 1) Objetivos claros** - técnica de gestão utilizada em ambiente corporativo com o scrônimo *SMART GOALS*, apresentado em 1981 no artigo publicado por George T. Doran e amplamente difundido por Peter Drucker, ressalta que os objetivos devem ser específicos, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e com prazo determinável.
- 2) Tarefas desafiadoras e possíveis** - os colaboradores devem ser motivados a alcançar objetivos tangíveis ao passo que desenvolvam, progressivamente, a automotivação e permaneçam a maior parte do tempo focados em suas atividades;
- 3) Desafios** - os objetivos que fundamentam a elaboração das fases a serem percorridas devem primar por tirar os colaboradores da zona de conforto, motivá-los e incentivar novos conhecimentos, habilidades e atitudes que podem ser atestadas com tarefas gamificadas;
- 4) Concentração** - para incentivar os colaboradores a manterem-se focados no alcance das metas, é interessante incluir agradabilidades. Os prêmios, em suas variadas modalidades, frequentemente conferem iteração constante do jogador com a estratégia do jogo. No Ciclo de Expertise do Jogador, tão importantes quanto ser o vencedor do jogo, são as conquistas alcançadas no percurso, pois eles podem estar em níveis diferentes de maturidade profissional, sendo necessário que a jornada possibilite o desenvolvimento humano em sua completude;
- 5) Imersão** - o ambiente de trabalho deve ser ficticiamente substituído pela atmosfera do jogo e os colaboradores assumem-se enquanto protagonistas na busca por soluções, de modo que as tomadas de decisão ocorrem em um ambiente de riscos controlados;
- 6) Noção de tempo alterada** - quanto mais dinâmico e exploratório o jogo se apresentar, mais fácil será o colaborador-jogador perder-se na narrativa;
- 7) Controle** - os colaboradores devem acreditar que podem escolher a velocidade que deseja imprimir em seu aprendizado, determinando o seu ritmo. Porém, como o tempo de duração do jogo - atrelado ao prazo do ciclo de gestão - que estabelece o prazo para desenvolvimento das novas habilidades;
- 8) Feedback** - quando personalizados e aplicados em uma rotina específica, os resultados geralmente não são imediatos, por se tratar de uma experiência guiada. Mas não é impossível. No contexto organizacional, a lealdade dos colaboradores está intrinsecamente relacionada à sua identificação e fidelidade com a empresa.

2.3. MACROCATEGORIAS DA GAMIFICAÇÃO

Para melhor entendimento da divisão gamificação neste trabalho, levando em considerando a amplitude da sua aplicação nos mais diversos contextos, é importante apresentar um breve resumo sobre o uso da gamificação nas macrocategorias: Educação - foco no aperfeiçoamento dos professores ou no aprendizado dos alunos visando a melhoria do processo de transferência do conhecimento; Tecnologia - principalmente voltada para o desenvolvimento de software; Negócios - ênfase no engajamento dos colaboradores ou na fidelização de clientes para melhores resultados organizacionais; Saúde - enfoque na melhoria da qualidade de vida através da adoção de hábitos saudáveis e aderência ao tratamento médico; Meio Ambiente - destaque para políticas públicas, sustentabilidade e ecologia.

2.4. PESQUISAS BIBLIOMÉTRICAS ANTERIORES SOBRE GAMIFICAÇÃO

A gamificação no âmbito da pesquisa é um tema recente, que tem ganhado relevância e chamado a atenção de acadêmicos e profissionais para a produção de novos trabalhos. Nesse contexto, promoveu-se pesquisa de trabalhos científicos publicados utilizando-se o termo *gamification* nas bases de dados da *SciELO*, *Scopus*, *SPELL* e *Web of Science*. Dentre os resultados, foram encontrados 8 trabalhos com foco em pesquisas bibliométricas.

No trabalho de Hernández, Muñoz, Mejía, Peña, Rangel e Torres (2016), foi identificada a falta de uso de gamificação para criar uma equipe de trabalho, sendo a principal aplicação de gamificação no cumprimento das atividades. Martí-Parreño, Sanchez-Mena, Queiro, Mas, Galbis-Córdova e Méndez-Ibáñez (2016), sugerem em sua pesquisa um crescente interesse acadêmico sobre o tema nos últimos anos e uma grande variedade de construções que foram agrupadas em quatro temas principais: (i) eficácia, (ii) aceitação, (iii) engajamento e (iv) interações sociais. Rengifo, Jara e Zapata (2017) observaram no setor de educação, que a gamificação quando aplicada sob as condições certas para o usuário denota melhoria em

resultados de aprendizagem de acordo com parâmetros como motivação, participação, concentração e mudanças de comportamento. A pesquisa de Silva, Rodrigues e Leal (2019), permitiu identificar e averiguar como a gamificação tem sido aplicada, especialmente na educação. Seu impacto na aprendizagem, métodos de ensino que têm sido usados, como eles têm sido usados e sua contribuição para o processo ensino-aprendizagem nas diversas áreas da gestão. Chacón, Suelves e Esteve (2019), conclui em sua pesquisa que o número de documentos aumentou significativamente nos últimos anos, no entanto, o impacto nas práticas de sala de aula digitalizadas ainda é limitado exceto em alguns casos. Tang, Hsiao e Su (2019), constatam em seu estudo que o crescimento de artigos e autores em *Networking Educacional* aumentou em 1,5 vezes da primeira década (2000–2009) para a segunda (2010–2018). Com base em alguns indicadores bibliométricos populares, as mudanças nas tendências de pesquisa podem ser vistas a partir da comparação das principais correntes, que são identificadas a partir dos artigos mais influentes. No estudo de Chacón, Suelves, Esteve e Baldoví (2019), os resultados indicam aumento nos últimos anos da presença de publicações científicas em periódicos da área de Ciências Sociais. Os agentes envolvidos no processo, tecnologia e práticas se destacam como questões relevantes, o que implica na necessidade urgente de formação digital de professores. Miri, Ganzer, Matte, Chais e Olea (2020), evidenciam que na área de negócios e gestão, a gamificação pode estimular as pessoas a atingirem metas com a competitividade proporcionada. No que concerne aos funcionários, gera motivação e engajamento para o atingimento da meta, sendo usada na forma de aprendizagem no ambiente corporativo. Para os clientes, é um canal rápido e eficiente de atração em relação ao produto ou aos serviços dentro do processo de *marketing*.

Esses trabalhos contribuíram para um diagnóstico da produção científica sobre gamificação, porém restringiram-se a poucas bases de dados ou foram encontradas poucas publicações no período das pesquisas. O presente trabalho apresenta resultados de pesquisa com todos os temas relacionados a gamificação indexadas nas principais bases de dados, e faz uma análise mais detalhada de trabalhos nas áreas de gestão e negócios.

3. METODOLOGIA

Na presente pesquisa, a fim de organizar e melhor entender as características dos trabalhos científicos publicados sobre o tema levantado, foi utilizado como procedimento metodológico, o método de pesquisa bibliométrico. Guedes e Borschiver (2005) definem a pesquisa bibliométrica como uma ferramenta que possibilita o exame e a inferência de indicadores de tratamento do conhecimento, necessários para a avaliação da ciência por uma comunidade científica. Segundo Chueke e Amatucci (2015), as revisões sistêmicas de literatura, como no caso da bibliometria, servem para orientar as origens dos conceitos existentes, apontar os principais fundamentos teóricos usados para investigar um tema e levantar as ferramentas metodológicas utilizadas em trabalhos anteriores.

Quanto ao objetivo deste trabalho, classificou-se a pesquisa como sendo exploratória-descritiva. Locke, Silverman e Spirduso (2010) explicam que a pesquisa descritiva objetiva conhecer o cenário de uma situação, expressando o resultado do fenômeno em números. De acordo com Acevedo e Nohara (2006), a pesquisa exploratória objetiva proporcionar maior compreensão do fenômeno que está sendo investigado, permitindo que o pesquisador delineie de forma mais precisa o problema. Em relação à abordagem do problema, a pesquisa é classificada como sendo quantitativa. Segundo Sampieri, Collado e Lucio (2013), a pesquisa quantitativa possibilita a generalização dos resultados de forma mais ampla, com enfoque sobre pontos chaves e um panorama de contagem e magnitude em relação aos fenômenos. Para os procedimentos foi utilizada a pesquisa documental de trabalhos científicos publicados com o tema *gamification* nas bases de dados da *SciELO*, *Scopus*, *SPELL* e *Web of Science* entre o período de 2010 e 2020. A pesquisa nas bases de dados em epígrafe buscou pelo termo *gamification* contido no título, no resumo ou nas palavras-chave. Em seguida, selecionou-se teses, dissertações, artigos, publicações em anais de eventos. Inicialmente, a pesquisa encontrou 4.791 artigos. Foram encontradas 83 publicações na base da *SciELO*, 2.419 na *Scopus*, 12 no *SPELL* e 2.277 na *Web of Science*.

Ato contínuo, foi realizada a análise das bases de dados para garantir a qualidade do estudo, desta forma, os 1.197 repetidos encontrados (examinando o título, o ano e autores sem espaçamentos e sem acentos) foram excluídos e 3.594 artigos únicos foram considerados nas análises posteriores. Diante da busca contínua das empresas por melhoria e inovação de processos visando aumentar o engajamento dos colaboradores e fidelização dos clientes, associada ao conceito da Teoria do Fluxo, já explicada anteriormente, em que as pessoas em estado de *flow* atingem os mais elevados níveis de concentração e felicidade, foi escolhida a macrocategoria negócios para este trabalho visando demonstrar a adoção da

gamificação no ambiente corporativo.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Utilizou-se o método da estatística descritiva na análise de dados, de acordo com os objetivos especificados para análise: (1) apresentar um panorama global acerca dos estudos sobre gamificação; (2) classificar os estudos sobre gamificação em macrocategorias; (3) identificar a evolução histórica da produção sobre gamificação com foco em negócios; (4) identificar os eixos temáticos das produções sobre gamificação com foco em negócios; e (5) identificar o perfil de autoria das produções sobre gamificação com foco em negócios.

Os resultados do presente trabalho foram expostos a seguir, onde foram realizadas as seguintes análises de acordo com os objetivos apresentados: (1) cálculo da variação anual do histórico de publicações global; (2) classificação de todos os artigos em cinco macrocategorias: Educação, Tecnologia, Saúde, Negócios e Meio Ambiente; (3) cálculo da variação anual do histórico dos trabalhos publicados na macrocategoria negócios; (4) cálculo absoluto e percentual dos eixos temáticos quanto ao público alvo dos trabalhos publicados na macrocategoria negócios; e (5) ranking dos pesquisadores com trabalhos publicados na macrocategoria negócios.

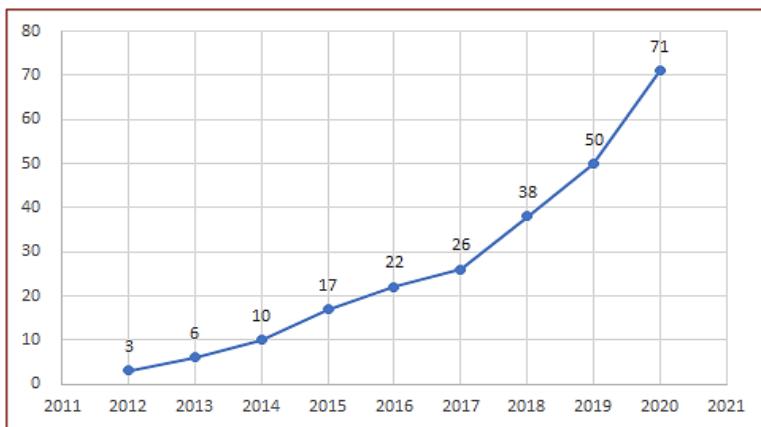
4.1. PANORAMA GLOBAL

Uma primeira análise dos dados revela uma curva ascendente na quantidade de publicações sobre *gamification*, com uma *Compound Annual Growth Rate* - CAGR (Taxa Composta Anual de Crescimento) de 69,0%. Observou-se que nos últimos dois anos, 2020 e 2019, o número de artigos publicados foi de 998 e 848 artigos, respectivamente. Evidenciando-se o aumento considerável na quantidade de publicações nos últimos anos com uma tendência de aumento na produção científica (ESTEVE, M.I.V.; CHACÓN, J.P.; SUELVES, D.M.; BALDOVI, M.I.B.; 2019).

Os artigos analisados foram classificados em cinco macrocategorias considerando as palavras chaves, todavia, faz-se imprescindível destacar que a grande maioria dos artigos é de caráter multidisciplinar que poderiam ser enquadrados em mais de uma macrocategoria. Para efeitos deste estudo, os autores se esforçaram para manter apenas uma por artigo. Conforme Tang, Hsiao e Su (2019), existe uma tendência crescente na quantidade de publicações voltadas à educação. Esta macrocategoria destaca-se na liderança absoluta do volume de publicações com 2.608 (73%); tecnologia vem segundo lugar com 405 (11%); saúde em terceiro com 299 (8%); as publicações sobre negócios aparecem em quarto lugar com 243 (7%); e em quinto lugar com 39 (1%) artigos científicos apresenta-se a macrocategoria meio ambiente.

4.2. MACROCATEGORIA DE NEGÓCIOS

O foco deste estudo são artigos publicados sobre gamificação classificados na macrocategoria Negócios em virtude da atuação dos autores no ambiente corporativo e da relevância da temática para as organizações que visam aplicar o *gamification* para fidelizar clientes ou engajar os colaboradores. O gráfico 1 ratifica este destaque, observando-se a evolução na quantidade de publicações ano a ano, atingindo uma *Compound Annual Growth Rate* - CAGR (Taxa Composta Anual de Crescimento) de 48,5%. Em 2020 foram publicados 71 e em 2019 foram publicados 50 artigos, esse biênio representou quase 49,8% da produção da década. Evidenciando-se o exposto por Fernández e Ceacero-Moreno (2021), em que a gamificação pode ter diversas aplicações. Sendo muito desenvolvida no mundo dos negócios, com um foco no comportamental dos clientes e dos colaboradores. Reforçando o fato exposto anteriormente, de que as organizações têm buscado medir e aprimorar as experiências dos clientes e colaboradores para aumentar o engajamento desses *stakeholders*.

Gráfico 1 - Quantidade de artigos publicados por ano na macrocategoria negócios

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Estratificando os trabalhos publicados sobre gamificação na macrocategoria negócios em função do público-alvo, verifica-se que em 2012, os primeiros estudos tiveram como principal audiência os colaboradores. Contudo, a partir de 2016 o enfoque nos consumidores vem superando ano a ano esta abordagem. Corroborando com o exposto por Hofacker (2016), onde através da gamificação espera-se aumentar o apelo para os consumidores móveis reduzindo a incidência de comportamentos indesejáveis do cliente.

Para estabelecer o perfil de autoria, os nomes de todos os autores dos artigos da amostra pesquisada foram considerados. Observa-se que os estudos foram realizados por no máximo doze pesquisadores, por quanto a quantidade preponderante foi de três autores por artigo, o equivalente a 30,9%. Seguido pelo número de dois autores, com 26,3%. Depois somente um autor com 14,8%, e na sequência, estudos realizados por quatro autores com 12,8%. Ao comparar o resultado obtido com o resultado de publicações anteriores, onde essas avaliam as publicações sem filtros por macrocategorias, nota-se uma divergência entre os resultados obtidos. No estudo de Chacón, Suelves e Esteve (2019), os resultados mostram que a maioria dos trabalhos foram escritos por quatro ou dois autores. Ainda sim, os resultados obtidos corroboram com a afirmação de Chacón, Suelves e Esteve (2019) onde a maioria dos trabalhos sobre gamificação foram produzidos de forma colaborativa.

No que concerne à produtividade dos autores, nota-se que dos 690 autores/coautores, os mais produtivos no decurso de 2010 a 2020 foram: Abílio Oliveira, Professor Tecnologia aplicada à gestão e às ciências sociais do Instituto Universitário de Lisboa em Portugal, PhD em Psicologia Social; Juho Hamari, Professor de Ciências da Computação da *Tampere University* na Finlândia, DSc em Ciências dos Sistemas de Informação (Economia e Administração de Empresas); Luis Filipe Rodrigues, Diretor de Tecnologia da Informação do Bank Best e Professor Tecnologia do Instituto Universitário de Lisboa em Portugal, PhD em Ciências da Tecnologia da Informação; Wafa Hammadi, Professora de Inovação de Serviços e *Marketing* da *University of Namur* na Bélgica e bolsista acadêmica na *Cornell University*, Estados Unidos, PhD em Inovação e Marketing de Serviços; e Žaneta Piligrimienė, Professor de Economia e Negócios da *Kaunas University of Technology* na Lituânia, PhD em Ciências Sociais (Gestão e Administração).

5. CONCLUSÃO

O presente estudo tratou de analisar como se configura o estado da arte de produção científica sobre gamificação. O primeiro objetivo específico foi apresentar um panorama global acerca dos estudos sobre gamificação. Os resultados apontam movimentos crescentes das publicações no período estudado (2010 a 2020). Dessa forma, verifica-se que para que esse tema continue se desenvolvendo, será necessário um esforço para que os estudos acerca do tema mantenham uma constância na quantidade de trabalhos publicados.

No que se refere ao segundo objetivo específico, classificar os estudos sobre gamificação em macrocategorias, observou-se que uma diversificação de macrocategorias acerca do tema gamificação, mas ainda muito concentradas em Educação e Tecnologia. Recomenda-se, assim, que sejam realizadas mais pesquisas com essa temática e com foco nas macrocategorias menos estudadas como saúde, negócios

e tecnologia. O terceiro objetivo específico foi identificar a evolução histórica da produção sobre gamificação com foco em negócios. Observou-se um aumento na produção de artigos científicos, com a evolução na quantidade de publicações ano a ano, apesar do aumento de estudos com foco em negócios, sua representatividade em relação às duas principais macrocategorias estudadas ainda é baixa. O quarto objetivo específico foi identificar os eixos temáticos das produções sobre gamificação com foco em negócios. Os resultados mostram que o público-alvo mais estudado é o consumidor. Em 2012, os primeiros estudos tiveram como principal audiência os colaboradores. Contudo, a partir de 2016 o enfoque nos consumidores vem superando ano a ano esta abordagem. Por fim, o quinto objetivo específico foi identificar o perfil de autoria das produções sobre gamificação com foco em negócios. Para ele, foi desenvolvido um ranking dos pesquisadores com trabalhos publicados na macrocategoria de negócios. Foi identificado que Abílio Oliveira, Juho Hamari, Luis Filipe Rodrigues, Wafa Hammedi e Žaneta Piligrimienė são os autores mais produtivos. A presente pesquisa apresenta como contribuição uma análise quantitativa das produções científicas sobre gamificação nas principais bases de dados de artigos científicos. Dando um enfoque maior na macrocategoria de negócios sobre o perfil de autores, eixos temáticos e evolução histórica da produção.

O estudo apresenta como limitação o fato de analisar apenas uma das macrocategorias apresentadas acerca da temática. Recomenda-se replicar esse estudo para as demais macrocategorias de educação, tecnologia, saúde e meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- [1] CHACÓN, J.P.; ESTEVE, M.I.V.; SUELVES, D.M. RED. Revista de Educación a Distância, n. 60, 2019.
- [2] BALDOVI, M.I.B.; CHACÓN, J.P.; ESTEVE, M.I.V.; SUELVES, D.M. 5th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'19) Universitat Politècnica de Valencia, Valencia, 2019.
- [3] CHUEKE, G. V., & AMATUCCI, M. (2015). O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. Revista Eletrônica de Negócios Internacionais, 10(2), 1-5.
- [4] CSIKSZENTMIHALYI, M. A descoberta do fluxo a psicologia do envolvimento com a vida cotidiana. Rio de Janeiro: Rocco, 1999.
- [5] FERNÁNDEZ, P.; CEACERO-MORENO, M. Urban Sustainability and Natural Hazards Management; Designs Using Simulations. Sustainability 2021, 13, 649.
- [6] GUEDES, V. L. S.; BORSCHIVER, S. Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. In: ENCONTRO NACIONAL DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, Salvador, p. 1-18, 2005.
- [7] HAMMEDI, W.; LECLERQ, T.; VAN RIEL, A. C. The use of gamification mechanics to increase employee and user engagement in participative healthcare services: a study of two cases. Journal of Service Management, p. 640-661, 2017.
- [8] HERNANDEZ, L. Uma Revisão Sistemática da Literatura Focada no Uso da Gamificação em Equipes de Trabalho em Engenharia de Software. RISTI , Porto, 2017.
- [9] HOFACKER, C. F.; RUYTER, K.; LURIE, N. H.; MANCHANDA, P.; DONALDSON, J. Gamification and mobile marketing effectiveness. Journal of Interactive Marketing, 2016.
- [10] KAVALIOVA, M.; VIRJEE, F.; MAEHLE, N.; KLEPPE, I. A. Crowdsourcing innovation and product development: Gamification as a motivational driver. Cogent Business & Management, 2016.
- [11] LOCKE, L. F.; SILVERMAN, S. J.; SPIRDUSO, W. W. Reading and understanding research. 3. ed. SAGE Publications, 2010.
- [12] MARTÍ-PARREÑO, J.; MÉNDEZ-IBÁÑEZ, E.; ALONSO-ARROYO, A. The use of gamification in education: A bibliometric and text mining analysis. Journal of Computer Assisted Learning, v. 32, n. 6, p. 663-676, 2016.
- [13] MARTÍ-PARREÑO, J.; MÉNDEZ-IBÁÑEZ, E.; QUEIRO, C.; SANCHEZ-MENA, A.; GALBIS-CÓRDOVA, A.; SEGUÍ, D. Gamificación en el ámbito universitario. Ingénesis Books, 2016
- [14] MIRI, D. H.; GANZER, P. P.; MATTE, J.; CHAIS, C.; OLEA, P. M. Gamificação: uma análise bibliométrica de artigos científicos publicados entre 2008 e 2018. Revista Brasileira de Gestão e Inovação,

v. 7, n. 2, p. 165-180, 2020.

[15] MORENO, D. D. Programas de fidelidade: Fronteiras atuais e futuras direções. Desafio Online, Campo Grande, v. 6, n. 2, p. 300-322, 2018.

[16] QUEVEDO-SILVA, F.; SANTOS, E. B. A.; BRANDÃO, M. M.; VILS, L. Estudo Bibliométrico: Orientações sobre sua Aplicação. Revista Brasileira de Marketing, v. 15, n. 2, p. 246-262, 2016.

[17] RENGIFO, Y. S. P.; JARA, E. O. V.; ZAPATA, J. I. M. Experiências motivacionais gamificadas: uma revisão sistemática da literatura. Innov. educ. (Mex. DF), México, v. 17, n. 75, pág. 63-80, 2017.

[18] ROBSON, K.; PLANGGER, K.; KIETZMANN, J. H.; MCCARTHY, I.; PITI, L. Game on: Engaging customers and employees through gamification. Business Horizons, p.29-36, 2016.

[19] SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. Metodologia de pesquisa. 5. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2013.

[20] SILVA, R. J. R.; RODRIGUES, R. G.; LEAL, C. T. P. Gamification in Management Education: A Systematic Literature Review. Brazilian Administration Review, v. 16, 2019.

[21] SOBOCINSKI, M. I gamified my courses and I hate that. World Journal of Science, Technology and Sustainable Development, p.135-142, 2017.

[22] TANG K.-Y.; HSIAO, C.-H.; SU, Y.-S. Networking for Educational Innovations: A Bibliometric Survey of International Publication Patterns. Sustainability 2019, 11, 4608.

[23] ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. 1 ed. Sebastopol, Calif: O'Reilly Media, 2011.

Capítulo 16

Utilização de dejetos pecuários na geração de biogás no Brasil

Rafael de Andrade Marques Lúcio

Rosane Aparecida Gomes Battistelle

Vinícius Carrijo dos Santos

Resumo: Os dejetos produzidos a partir das atividades pecuárias é um grande problema nos dias de hoje. O aproveitamento desses dejetos para a geração de energia é uma forma de reduzir o passivo ambiental. O presente trabalho analisou as potencialidades em produção de biogás com a utilização de dejetos pecuários nos municípios de Mato Grosso do Sul. O objetivo foi selecionar uma localização ideal para uma unidade geradora de biogás utilizando os dejetos oriundos da atividade pecuária (suínos e aves) pelo método de análise decisão multicriério (SMARTER). Os quesitos levantados em literatura para a avaliação foram: áreas com estabelecimentos agropecuários do município; número de produtores; e o potencial da geração de biogás a partir do dejetos. Os cinco municípios de maior potencial foram, Sidrolância, Dourados, Glória de Dourados, São Gabriel do Oeste e Itaporã. Com o uso do modelo de decisão SMARTER e auxílio de planilhas eletrônicas, foi levantado os pesos dos critérios e ranqueamento final das 5 alternativas. A alternativa que obteve maior utilidade de multiatributo foi a cidade de Glória de Dourados. Com isso, o modelo estruturado selecionou o município com maior potencial de desenvolvimento de uma unidade de geração de energia utilizando dejetos agropecuários.

Palavras-Chave: SMARTER, unidade geradora de biogás, multicritério, dejetos pecuários, biogás.

1. INTRODUÇÃO

Segundo (ZANATTO, 2014), com o aumento na criação de animais, qualidade e rentabilidade da atividade, existem pontos relevantes a serem discutidos, pois há um aumento significativo nos resíduos gerados pelos animais, acarretando problemas para o ser humano.

De acordo com KUNZ E OLIVEIRA (2006) a produção de animais tem sofrido grandes modificações nos últimos anos, pois o sistema de criação extensiva passou para um modelo intensivo de confinamento, com isso, o Brasil que é destaque na produção de bovinos, suínos e aves, fez com que aumentassem os problemas ambientais em razão da atividade pecuária, com isso, foram criadas alternativas para minimizar esse problema.

Os principais problemas vêm do dejetos sem tratamento lançado diretamente em solo e cursos de água. Se caso esses dejetos não forem tratados, ocorrerá uma contaminação dos lençóis freáticos, irá ocorrer uma eutrofização dos recursos hídricos e se tornar um problema para a saúde humana (BITTENCOURT, 2015).

Uma das principais maneiras de aproveitamento de dejetos pecuários de suínos, bovinos e aves é a aplicação como biofertilizantes após a compostagem. Para Bittencourt (2015), a compostagem é um processo controlado e acelerado de decomposição bioquímica, no final do processo é gerado um composto com características estáveis e que poderá ser utilizado como fertilizante, com isso, agregando um valor ao sistema produtivo.

Segundo Konzen (2000) as alternativas de utilização de dejetos de suínos e de bovinos, como insumos, atualmente mais praticados no território brasileiro são: a integração com produção de grãos, forragens, pastagens para bovinos e fruteiras tropicais.

Segundo Antunes (2019), os biodigestores permitem que o dejetos seja tratado e transformado em biogás, podendo ser usado futuramente em sistema para produção de energia, e o restante da matéria poderá ser convertida em biofertilizantes para o uso em lavouras e diminuindo o uso de adubos químicos.

No Brasil, os resíduos de origem animal formam uma importante fonte de obtenção de massa, com a utilização em sistemas biointegrados favoráveis a produção energética, gerando benefícios econômicos e ambientais (CALZA *et al.* 2015). Segundo Catapan *et al.* (2013) a biomassa é considerada a matéria orgânica proveniente de dejetos animais e com potencial para geração de energia elétrica.

Por meio de biodigestores que transformam o biogás em energia é possível gerar energia renovável, porém a implantação destes sistemas envolve elevado custo de aquisição e implementação, demanda assim uma análise mais aprofundada (CATAPAN *et al.*, 2013).

De modo a sugerir soluções para esse problema, o objetivo deste trabalho é selecionar uma localização ideal de uma unidade integrada municipal de geração de biogás (no Mato Grosso do Sul) a partir do dejetos provenientes da atividade pecuária (Dejetos de suínos e aves) utilizando método de análise de decisão multicritério estruturado (SMARTER - *Simple Multi-Attribute Rating Technique using Exploiting Rankings*).

Para solucionar esse problema de tomada de decisão será utilizado o método multicritério estruturado SMARTER, que utiliza de fatores quantitativos e qualitativos a fim de obter um denominador comum.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Os dejetos pecuários produzem energia proveniente do biogás oriundo da biodigestão dos efluentes, tendo como subproduto o biofertilizante, além disso, os criadores e toda a cadeia produtiva da carne, ao tratar sanitariamente a biomassa residual poderiam comercializar créditos de carbono (BLEY JUNIOR *et al.*, 2009).

2.1. APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA

Segundo Kunz e Oliveira (2006) o interesse pelo biogás no Brasil intensificou-se nas décadas de 70 e 80, particularmente pelos suinocultores, programas oficiais estimularam a implantação de muitos biodigestores focados nesse segmento.

O biodigestor é uma estrutura projetada e construída a fim de produzir a situação mais favorável possível para que a degradação da biomassa seja realizada sem contato com o ar, proporcionando condições ideais para que certos tipos especializados de bactérias, altamente vorazes se tratando de materiais orgânicos

passem a predominar nesse meio e provocar a degradação de forma acelerada (BLEY JUNIOR et al., 2009). A figura 1 apresenta um exemplo de biodigestor.

Figura 1 - Biodigestor em operação



Fonte: Oliveira e Higarashi (2006)

2.2. GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO BIOGÁS

Destaca-se inicialmente em um projeto conduzido por Bley Junior *et al.* (2009) que existe um potencial teórico conservado a produção de energia elétrica a partir de biomassa de dejetos pecuários de cerca de 1TWh/mês, ou, um bilhão de KWh/mês, o que equivale ao consumo de uma cidade de 4,5 milhões de habitantes, além disso, o custo da energia evitada (deixada de ser adquirida consumindo a própria produção) é da ordem de R\$ 0,22 o KWh, tendo uma economia mensal de R\$ 220.000,00 por parte dos criadores e de R\$ 2,7 bilhões por ano.

A cogeração de energia e calor (*Combined Heat and Power - CHP*) é a geração simultânea de eletricidade e calor, as usinas de cogeração se dividem em aquelas que produzem principalmente calor e aquelas com ênfase na produção de eletricidade, na maioria dos casos, são utilizadas usinas de cogeração com motores de combustão acoplados a um gerador (ROHSTOFFE, 2010).

2.3. PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO

O problema de localização de instalações das usinas é um desafio crítico enfrentado por empresas novas e já localizadas (onde a mesma pode estar em local que não obtém sem melhor desempenho), esta decisão é crucial para o sucesso ou insucesso da organização (JACOBS; CHASE, 2009).

Geralmente as decisões de localização têm efeito nos custos de produção, bem como em sua capacidade de atender aos clientes, essas decisões, quando tomadas, são difíceis de reverter, os custos de mudança de uma operação podem ser extremamente elevados (SLACK *et al.*, 2018).

Na visão de Martins e Laugeni (2013) deve-se separar dos fatores relevantes para a localização aqueles que podem ser avaliados objetivamente, como custos, distâncias, volumes, etc. Os mesmos autores ainda afirmam que os fatores para os quais medidas quantitativas não sejam possíveis devem ser classificados como subjetivos e deverão ser avaliados qualitativamente.

2.4. TOMADA DE DECISÃO

Os problemas de tomada de decisão do mundo real, geralmente, são muito complexos e mal estruturados para serem considerados através do exame de um único critério, atributo ou ponto de vista que levará a uma decisão ótima (DOUMPOS; GRIGOROUDIS, 2013).

O problema do decisor consiste em avaliar os múltiplos objetivos, de forma integrada. Objetivos esses apresentados por variáveis, muitas vezes em unidades de medida diferentes (ALMEIDA, 2013). Desta maneira, os métodos de decisão multicritério (MCDM) são de grande valia para problemas que envolvem vários objetivos como na definição da melhor localização de uma instalação, onde muitas vezes o processo

de decisão deve captar vários tradeoffs como a troca entre custo e qualidade.

A maioria dos problemas de decisão não tem somente um objetivo, a regra envolve objetivos múltiplos e conflituosos, a comparação e as trocas entre objetivos de natureza e de mensuração muito diferentes torna a tarefa complexa (EHRLICH, 1996).

O acrônimo MCDA (Multiple Criteria Decision Aid), em português Apoio a Decisão Multicritério, também chamado de Análise Multicritério, concentra-se no desenvolvimento e implementação de ferramentas e metodologias de apoio à decisão para enfrentar problemas complexos de decisão que envolvam vários critérios, metas ou objetivos de natureza conflitante (DOUMPOS; GRIGOROUDIS, 2013).

Geralmente, o processo de tomada de decisão envolve resumidamente as seguintes etapas: definição do problema; identificação da necessidade; definição de metas; seleção das alternativas; identificação dos critérios adequados; seleção da ferramenta de tomada de decisão adequada; avaliação de todas as alternativas com base nos critérios; e, validação do resultado (MUKHERJEE, 2017).

2.5. MÉTODO SMARTER

Desenvolvido em 1994 por Edwards e Barron o SMARTER (Simple Multi-Attribute Rating Technique using Exploiting Rankings, ou, Técnica simples de classificação de múltiplos atributos usando classificações de exploração) foi sugerido para obtenção da utilidade multiatributo.

Diferente do método SMART (Simple Multiattribute Rate Technique) no SMARTER os pesos de cada critério são definidos de acordo com sua importância relativa, abordagem conhecida como exploração da ordenação dos critérios (SCHRAMM; MORAIS, 2008). Após a ordenação dos critérios são utilizados valores pré-determinados denominados ROC weights (*Rank Order Centroid weights*) para os pesos (LOPES; ALMEIDA, 2008).

O processo que tem por objetivo medir a utilidade multiatributo de alternativas SMARTER desenvolvido por Edwards e Barron (1994) é realizado conforme as 9 etapas que seguem:

- Etapa 1: Identificação do propósito e do modelo de tomada de decisão, levantamento do objetivo da elicitação de valores;
- Etapa 2: Construção da árvore de critérios, elicitando uma estrutura hierárquica de objetivos ou uma lista de atributos potencialmente relevantes para o propósito de elicitação de valor;
- Etapa 3: Definição dos objetos ou alternativas em avaliação e suas consequências relacionando com os atributos definidos na etapa 2;
- Etapa 4: Formulação da matriz objeto de avaliação por atributos. Sempre que possível deve-se utilizar medidas físicas das alternativas, porém, quando necessário, as entradas podem ser julgadas por meio de utilidades unidimensionais;
- Etapa 5: Colocar as opções em uma escala ordinal e eliminar as que forem completamente dominadas em relação a outra alternativa. Fazer o mesmo para opções dominadas cardinalmente caso existam;
- Etapa 6: Reformular as entradas da matriz de alternativas por atributos para utilidades unidimensionais. Inicialmente deve-se testar a linearidade das utilidades unidimensionais. Os valores correspondentes as utilidades são obtidas por meio de uma função física do critério;
- Etapa 7: Nessa fase são ordenados os atributos por ordem de importância no processo de decisão;
- Etapa 8: Usar a tabela fornecida por Edwards e Barron (1994) para obter os pesos de cada critério (ROC weights) segundo a ordem definida na etapa anterior;
- Etapa 9: A partir da definição dos pesos dos critérios/atributos é possível calcular todas as utilidades multiatributo conforme equação 1 e decidir entre as alternativas.

$$U(a) = \sum_k w_k u_k(a) \quad (1)$$

Em que,

Wk= Peso do atributo/critério k;

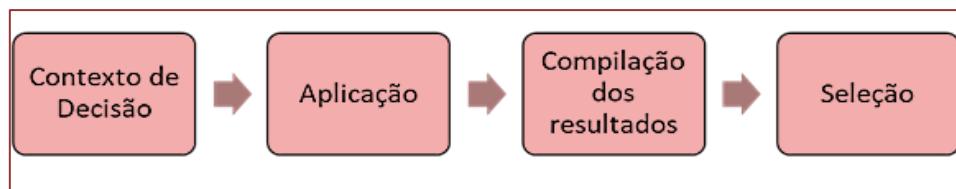
Uk = Utilidade unidimensional do atributo k da alternativa (a).

3. METODOLOGIA

Para atender os objetivos propostos no trabalho, foi utilizado o SMARTER, também foram obtidas informações provenientes da literatura para o delineamento do trabalho, foram coletados dados importantes no censo agropecuário do IBGE (2017). Outro assunto relevante foi a utilização do software Microsoft Excel para criação de planilhas eletrônicas e também para tratamento e execução do método.

O estudo foi executado conforme as etapas apresentadas na Figura 2.

Figura 2 - Etapas do estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Contexto de decisão: Inicialmente foram priorizados os 5 municípios (alternativas) no Mato Grosso do Sul (MS) que possuem maior potencial de geração de biogás, o cálculo da projeção de geração de biogás foi realizado para todos os municípios do estado por meio de informações do censo agropecuário. Foram levantados na literatura os fatores (distância de grandes geradores, potencial de geração de energia, redução de custos de transporte e rendimento energético por tipo de dejeto) que interferem na decisão de localização de uma unidade de aproveitamento compartilhado de dejetos (aves e suínos) para produção de biogás;

Aplicação do modelo de decisão: O modelo de decisão foi elaborado conforme as 9 etapas propostas no SMARTER desenvolvido por Edwards e Barron (1994), iniciando pela obtenção dos atributos individuais (desempenho individual do município para cada atributo) por meio do censo agropecuário de 2017, posteriormente foram calculadas as utilidades unidimensionais de cada critério de cada alternativa para então ordenar os critérios e obter o peso de cada atributo;

Compilação dos resultados no MS-Excel®: As informações foram compiladas no software MS-Excel® seguindo as etapas do método SMARTER desenvolvido por Edwards e Barron (1994) para obtenção da melhor localização obtidas pela priorização dos 5 municípios selecionados (Sidrolândia, Dourados, Glória de Dourados, São Gabriel do Oeste e Itaporã) estas cidades foram pré-selecionadas por conta do elevado potencial de geração de biogás.

Seleção da localização e análise dos resultados: Após a avaliação e o ranqueamento das alternativas foi escolhida a melhor localização.

4. APlicaçãO DO MÉTODo SMARTER

4.1. CONTEXTO DE DECISÃO

A definição da melhor localização de uma unidade de aproveitamento do biogás de múltiplas fontes no estado de Mato Grosso do Sul (MS), envolveu inicialmente a priorização dos 5 municípios que possuíram maior potencial de geração de biogás a partir de dejetos provenientes da pecuária. Para fins de análise, duas atividades pecuárias (avicultura e suinocultura) foram utilizadas como base de dados pelo alto nível de intensificação de ambas, fato que favorece a obtenção de esterco concentrado, aumentando a eficiência e operacionalização do sistema de aproveitamento de dejeto, além disso, os dejetos provenientes destas duas atividades propiciam melhor eficiência na obtenção de biogás, otimizado assim o transporte e o processamento do resíduo.

Para a priorização foram utilizadas informações do tamanho de rebanho de aves e suínos por cidade a partir dos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017) e calculado o potencial de geração de biogás a partir da relação apresentada por Kunz e Oliveira (2006) em que um suíno de 90 quilogramas de peso vivo gera em média $0,24 \text{ m}^3$ de biogás por dia, enquanto uma ave de 2,5 quilogramas de peso vivo tem o potencial de produzir $0,014 \text{ m}^3$ de biogás por dia. De posse dessas informações que

estão apresentadas na Tabela 1 foi possível analisar quais municípios seriam avaliados na decisão de definir a melhor localização para a unidade de aproveitamento de dejetos compartilhado do MS.

Tabela 1 – Potencial de geração de biogás proveniente de dejetos de suínos e galináceos

Município	SUÍNO – M ³ de biogás/dia	AVES – M ³ de biogás/dia	Total
Sidrolândia	3.679,68	98.871,58	102.551,26
Dourados	17.869,44	55.722,07	73.591,51
Glória de Dourados	51.188,40	18.161,00	69.349,40
São Gabriel do Oeste	59.105,52	2.361,53	61.467,05
Itaporã	29.264,88	20.713,08	49.977,96

Fonte: Elaborado pelos autores (2021) segundo dados do IBGE (2017).

4.2. APLICAÇÃO DO MODELO DE DECISÃO

De posse das alternativas, foram levantados os fatores que mais interferem na eficiência de abastecimento da unidade de aproveitamento de dejetos pecuários compartilhados, além do potencial de geração do biogás proveniente de ambas as fontes (suínos e aves) fatores relacionados ao abastecimento foram levados em consideração. A primeira característica a ser analisada for o rendimento de biogás por massa de esterco transportada, segundo Kunz e Oliveira (2006) um quilograma de esterco suíno produz 0,079 m³ de biogás, enquanto nas aves um quilograma de esterco gera apenas 0,050 m³ de biogás, esse fator é sensível a localização uma vez que é preferível transportar esterco de suíno invés de esterco de aves. Outro fator relevante, é a quantidade de estabelecimentos que possuem atividade pecuária em suinocultura ou em avicultura, considerando que com um maior número de produtores ligados a essa atividade é maior, assim mais provável que outros direcionarem seus dejetos para esta unidade compartilhada, sendo mais uma vez mais interessante que esse número seja superior na suinocultura do que na avicultura. Por último, também deve ser considerado a área de estabelecimentos agropecuários, no qual os municípios mais extensos podem apresentar maior custo de transporte e dificuldade de abastecimento da unidade, neste critério quanto menor for a área de estabelecimentos agropecuários do município melhor será o desempenho daquela alternativa. A Tabela 2 apresenta os atributos adotados no problema de localização e a ordem de importância.

Tabela 2 – Ordenação dos atributos

Ordenação dos atributos	1º	2º	3º	4º	5º
Atributos	C1	C2	C3	C4	C5
	Área dos estabelecimentos agropecuários (hectares-ha)	Número de estabelecimento com suínos	Número de estabelecimentos com aves	SUÍNO – M ³ de biogás/dia	AVES – M ³ de biogás/dia

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Os desempenhos individuais de cada município foram obtidos a partir do censo agropecuário do IBGE (2017) e utilizados no modelo de decisão são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Matriz de decisão

Municípios	Atributos				
	C1 Área dos estabelecimentos agropecuários (ha)	C2 Número de estabelecimento com suínos	C3 Número de estabelecimentos com aves	C1 SUÍNO – M ³ de biogás/dia	C5 AVES – M ³ de biogás/dia
Sidrolândia	425.339	1.792	2.758	3.679,68	98.871,58
Dourados	341.022	584	800	17.869,44	55.722,07
Glória de Dourados	41.695	176	223	51.188,40	18.161,00
São Gabriel do Oeste	336.602	328	421	59.105,52	2.361,53
Itaporã	114.674	157	293Tabela 3	29.264,88	20.713,08

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A partir da matriz de decisão apresentada na Tabela 3 foi possível obter as utilidades unidimensionais conforme apresentado na Tabela 4 e nenhuma das alternativas foram dominadas. Nessa definição, alguns atributos podem ser do tipo maior-melhor (C2, C3, C4 e C5) ou menor-melhor (C1), no qual a alternativa de melhor desempenho recebe avaliação (como uma nota) de 1,0 a de pior desempenho recebe pontuação 0,0, sendo atribuído valores intermediários para demais alternativas.

Tabela 4 – Matriz com alternativas não dominadas e utilidades unidimensionais

Municípios	Atributos				
	C1 Área dos estabelecimentos agropecuários (ha)	C2 Número de estabelecimento com suínos	C3 Número de estabelecimentos com aves	C4 SUÍNO – M ³ de biogás/dia	C5 AVES – M ³ de biogás/dia
Sidrolândia	0	1	1	0	1
Dourados	0,219	0,261	0,227	0,256	0,553
Glória de Dourados	1	0,011	0	0,857	0,163
São Gabriel do Oeste	0,231	0,104	0,078	1	0
Itaporã	0,809	0	0,027	0,461	0,190

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A partir da ordenação dos atributos demonstrados na Tabela 2 foi possível calcular os pesos dos critérios (ROC weights) sendo o resultado é demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Peso dos critérios – ROC weights

	C1 Área dos estabelecimentos agropecuários (ha)	C2 Número de estabelecimento com suínos	C3 Número de estabelecimentos com aves	C4 SUÍNO – M ³ de biogás/dia	C5 AVES – M ³ de biogás/dia
Peso dos critérios	0,4567	0,2567	0,1567	0,09	0,04

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Por meio da multiplicação entre as utilidades unidimensionais de cada alternativa pelo peso dos critérios foi possível obter as utilidades multiatributo conforme apresentado na Tabela 6. Sendo que a utilidade multiatributo demonstra uma avaliação global de cada alternativa.

Tabela 6 – Utilidades multiatributo

Município	Utilidades multiatributo
Sidrolândia	0,4534
Dourados	0,2482
Glória de Dourados	0,5434
São Gabriel do Oeste	0,2347
Itaporã	0,4233

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A alternativa com maior valor de utilidade global é o município de Glória de Dourados seguida de Sidrolândia e Itaporã. Ao avaliar a alternativa de melhor desempenho, critério por critério, a melhor pontuação foi obtida no item de maior peso (área de estabelecimentos agropecuários – hectares), e, apesar do resultado satisfatório, a alternativa possui uma pontuação elevada contribuição deste critério. Apesar da melhor avaliação global da cidade Glória de Dourados, os municípios de Sidrolândia e São Gabriel do Oeste, também obtiveram um resultado satisfatório. Vale lembrar que a decisão envolve o cenário obtido por meio dos dados do último censo agropecuário (IBGE, 2017). A alteração desses dados nos próximos anos ou da importância relativa dos atributos pode gerar resultados divergentes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo a ser compartilhado cumpriu os objetivos propostos, avaliando de forma sistêmica o problema de localização de uma unidade de produção de biogás a partir de dejetos pecuários e definindo a melhor localização para a instalação desse empreendimento no estado do Mato Grosso do Sul.

Com o método SMARTER, foi possível modelar o processo decisória de maneira racional, levantando os fatores sensíveis para uma melhor localização para a instalação deste empreendimento no estado de Mato Grosso do Sul.

O resultado final apresenta a melhor localização o município de Glórias de Dourados, mas as cidades de Itaporã e Sidrolândia, apresentaram resultados satisfatórios, tornando-as aptas a receberem uma instalação de geração de energia a partir de dejetos pecuários.

REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, A. T. Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério. São Paulo: Atlas, 2013.
- [2] BITTENCOURT, Gustavo Amaro. Sistema de estabilização de dejetos e cama de bovinos de leite por compostagem. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, 2015.
- [3] CALZA, Lana F. et al. Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. Engenharia Agrícola, v. 35, n. 6, p. 990-997, 2015.
- [4] CATAPAN, Anderson et al. Utilização de Biodigestores Para Geração de Energia Elétrica a Partir de Dejetos de Suínos e Equinos: Uma Análise da Viabilidade Financeira Com o Uso da Simulação de Monte Carlo. In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2013.
- [5] DOUMPOS, M.; GRIGOROUDIS, E. Multicriteria Decision Aid and Artificial Intelligence. Whiley (UK), 2013.
- [6] EDWARDS, Ward; BARRON, F. Hutton. SMARTS and SMARTER: Improved simple methods for multiattribute utility measurement. Organizational behavior and human decision processes, v. 60, n. 3, p. 306-325, 1994.
- [7] EHRLICH, Pierre Jacques. Modelos quantitativos de apoio as decisões: II. Revista de Administração de

Empresas, v. 36, n. 2, p. 44-52, 1996.

- [8] GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. S. Princípios e métodos para a tomada de decisão: Enfoque multicritério. 2019.
- [9] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário de 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms>>. Acesso em: 12 de janeiro de 2021.
- [10] JACOBS, F. Robert; CHASE, Richard B. Administração da produção e operações: o essencial. Bookman Editora, 2009.
- [11] JÚNIOR, Cícero Bley et al. Agroenergia da biomassa residual. 2^a ed. rev. – Foz do Iguaçu/Brasília: Itaipu Binacional, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, 2009.
- [12] KONZEN, Egídio Arno. Alternativas de manejo, tratamento e utilização de dejetos animais em sistemas integrados de produção. Embrapa Milho e Sorgo-Documentos (INFOTECA-E), 2000.
- [13] KUNZ, Airton; OLIVEIRA, Paulo Armando V. de. Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás. Revista de Política Agrícola, v. 15, n. 3, p. 28-35, 2006.
- [14] LOUPES, Yuri Gama; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Enfoque multicritério para a localização de instalações de serviço: aplicação do método SMARTER. Sistemas & Gestão, v. 3, n. 2, p. 114-128, 2008.
- [15] MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando Piero. Administração da produção fácil. Editora Saraiva, 2013.
- [16] MUKHERJEE, Krishnendu. Supplier Selection: An MCDA-Based Approach. Springer, 2017.
- [17] OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, Martha Mayumi. Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos. Embrapa Suínos e Aves-Documentos (INFOTECA-E), 2006.
- [18] ROHSTOFFE, FACHAGENTUR NACHWACHSENDE. Guia prático do biogás: geração e utilização. Ministério da Nutrição, Agricultura e Defesa do Consumidor da Alemanha, 2010.
- [19] SLACK, N; BRANDON-JONES, A; JOHNSTON, R. Administração da produção. - 8 ed. - São Paulo : Atlas, 2018.

Capítulo 17

Panorama da produção e exportação de açaí no estado do Pará

João Pires de Oliveira

Rodrigo Luiz Silva e Silva

Léony Luis Lopes Negrão

Milla Reis de Alcântara

Resumo: O estado do Pará vem se destacando em relação a produção do fruto açaí, sendo na atualidade, o maior produtor, beneficiador e exportador desse insumo no Brasil. Com isso, o seguinte trabalho tem como principal objetivo ilustrar informações que poderão exaltar a importância desse fruto para o estado Paraense, expondo dados sobre a sua produção no estado do Pará e também acrescentando as produções de suas mesorregiões e de seus municípios. Além disso, será abordado as características desse insumo e suas diversas utilizações para o povo local, acrescentando também dados da quantidade de polpa de açaí exportada pelo estado do Pará. Para alcançar esses objetivos foram coletados dados secundários junto a órgãos do estado Paraense, além de consultas em sites, livros eletrônicos e artigos científicos referentes ao açaí. Os dados obtidos foram analisados por meio de tabelas e gráficos para que pudessem ser retiradas as devidas conclusões. Como resultado, constatou-se a importância social e econômica desse fruto para a região em questão, representando uma boa alternativa de investimento que poderia alavancar a economia do estado Paraense.

Palavras-chave: Açaí, Produção, Pará.

1. INTRODUÇÃO

Na atual conjuntura da região norte do Brasil, é surpreendente a abundância das possibilidades da utilização consciente da rica biodiversidade amazônica. Em vista disso, atualmente a região norte é bastante conhecida por ser a maior das cinco regiões que formam o Brasil, nela está contida os dois maiores estados Brasileiros: Amazonas e Pará respectivamente. Em torno disso, encontra-se a vasta teia socioeconômica, influenciada direta ou indiretamente pelo plantio do açaizeiro (*Euterpe oleracea Mart.*) no qual Oliveira (2007) define como uma palmeira nativa da Amazônia, que ocorre em grandes extensões no estuário amazônico. Nessa região é também conhecido por Açaí-do-Pará, Açaí-do-Baixo Amazonas, Açaí-de-touceira, Açaí-de-planta e Açaí-verdadeiro. Ademais, o açaí está diretamente ligado ao processo histórico e cultural da Amazônia, uma vez que há registros de sua exploração com a finalidade de produção em pequena escala, desde a época Pré-Colombiana (OLIVEIRA, 2007). O fruto gerado pelo açaizeiro é principalmente usado como complemento alimentar por grande parte da população, em virtude disso, muitas indústrias focam em sua produção para assim conseguir obter diversos produtos provenientes desse fruto, sejam eles bebidas, doces, geleias ou sorvetes. Entretanto, existem outros tipos de utilização para esta matéria-prima, como por exemplo, o palmito, bastante utilizado em indústrias de conserva, artesanatos derivados de seus caroços e folhas além de suas palmeiras que são comumente utilizadas como objeto de decoração em festas e eventos pelo fato de serem consideradas altamente ornamentáveis. Soma-se a isso, a tentativa de maximização da produtividade por parte dos produtores do nordeste paraense por meio da inovação das técnicas de produção no processo de erro/acerto, seja em épocas de safra ou de entressafra. De acordo com Oliveira (2007), o cultivo do açaizeiro em áreas de terra firme representa uma ótima alternativa para a recuperação de áreas desmatadas, além de diminuir a pressão sobre o ecossistema de várzea, muito mais frágil, evitando sua transformação em bosques homogêneos dessa palmeira. É importante ressaltar também que no plantio de açaizeiros em áreas de terra firme está relacionada com a facilidade de transporte rodoviário e de beneficiamento, de forma mais rápida, sem depender do transporte fluvial mais lento. Diante de tais fatos, este artigo tem como objetivo destacar a importância comercial e o potencial produtivo de açaí no estado do Pará, especificamente demonstrando, as quantidades de produção e exportação de açaí no estado do Pará e também nos principais municípios produtores, objetivando que futuramente empresas possam ver o açaí como uma grande oportunidade de investimento alavancando esse produto no cenário mundial.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Souza e Bahia (2010), atualmente a economia paraense vem se fortalecendo cada vez mais com a representatividade de seus produtos regionais, sendo estes de abrangência às mais diversas classes da economia, ou seja, a comercialização de produtos como o açaí, que possuem como público alvo os consumidores que vão desde a alta classe social até os de menor poder aquisitivo. O açaizeiro, palmeira nativa da Amazônia, destaca-se entre os diversos recursos vegetais, pela abundância e produção de um importante alimento para as populações locais, além de se constituir na principal fonte de matéria-prima para a agroindústria de palmito no Brasil (OLIVEIRA; FARIA NETO, 2004). De acordo com Parente, Oliveira Júnior e Costa (2003), essa espécie tem como principal característica a abundante emissão de perfilho (brotações que surgem na base da planta), o que possibilita sua constante exploração, desde que conscientemente manejada. Além disso, o açaí pode ser cultivado em áreas de várzeas sujeitas a inundações periódicas, apresentando-se como uma alternativa para utilização dos solos úmidos que margeiam igarapés, rios e lagos da região, podendo também ser explorada em áreas de terra firme. Na Amazônia central e ocidental ocorre comumente uma outra espécie do gênero - *Euterpe precatoria* - que é unicaule, não apresentando perfilhamento. Segundo Oliveira (2007, apud Calzavara, 1972; Siqueira et al., 1998), na Amazônia, mais precisamente, na região do estuário, o açaizeiro possui aproveitamento integral. Os frutos são empregados no processamento da bebida açaí, já os cachos secos costumam ser utilizados na fabricação de vassouras, enquanto as raízes como vermífugos e antidiarréico; o caule (estipe) na extração de palmito e celulose, na construção de casas, como lenha e como isolamento elétrico; as folhas na obtenção de celulose e cobertura de casas rústicas; e as sementes na confecção de artesanatos (biojóias) ou como adubo orgânico. O interesse pela implementação da produção de frutos tem se dado pelo fato do açaí, antes destinado totalmente ao consumo local, ter conquistado novos mercados e se tornado em importante fonte de renda e de emprego. A venda de polpa congelada, para outros Estados brasileiros, vem aumentando significativamente com taxas anuais superiores a 30%, podendo chegar à cerca de 12 mil toneladas. As exportações de polpa ou na forma de mix, para outros países, ultrapassam a mil toneladas por ano (NOGUEIRA; FIGUEIREDO; MÜLLER, 2005).

3. MÉTODO DE PESQUISA

O método utilizado para o desenvolvimento desse trabalho se deu por meio das seguintes etapas descritas, tais quais:

Etapa 1 - O presente artigo teve sua elaboração a partir de observações e coletas de dados em sites, livros e artigos que se referiam ao fruto amazônico açaí. Pesquisas em busca de referências bibliográficas sobre: a origem do fruto, características nutritivas, suas diversas utilizações, seu plantio, sua produção em larga escala que, entre outros aspectos, foram essenciais para a elaboração do trabalho. Foi efetuado um levantamento de dados na Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca (SEDAP) sobre a quantidade produzida, plantio e colheita do açaí nos municípios do estado do Pará.

Etapa 2 - Dando continuidade, as informações sobre o fruto foram discutidas, com o intuito de elaborar algum conceito sobre o insumo em questão. Com o objetivo de facilitar a análise dos dados sobre a produção do açaí nos municípios do estado Paraense, os dados coletados da SEDAP passaram por uma análise utilizando e aplicando conceitos da estatística descritiva, tendo como resultado gráficos e tabelas que ajudaram na interpretação e compreensão das informações obtidas.

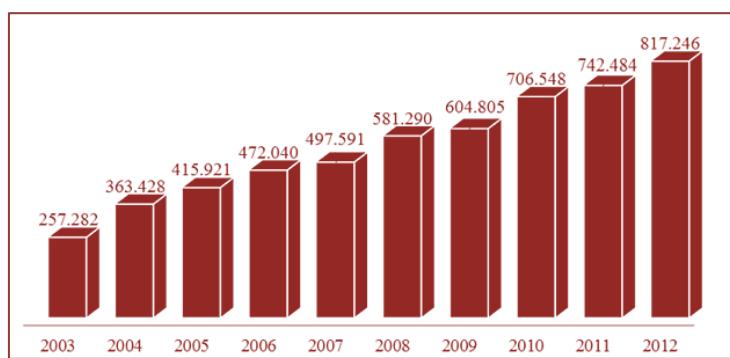
4. RESULTADOS

Nesta seção constam os resultados e discussões dos mesmos organizados em: produção do fruto açaí pelo Estado do Pará; pela Mesorregiões; pelos Municípios; e Exportação de polpa.

4.1. PRODUÇÃO DO FRUTO AÇAÍ PELO ESTADO PARAENSE

A produção de açaí no estado do Pará veio apresentando uma taxa de crescimento favorável entre os anos de 2003 a 2012. A partir dos dados fornecidos pela SEDAP, foi possível visualizar o crescimento da produção do fruto in natura nesse horizonte de tempo, chegando a uma taxa de crescimento anual de 41,25% no ano 2004 em relação ao ano anterior. Na Figura 1, observa-se a produção anual do fruto em toneladas.

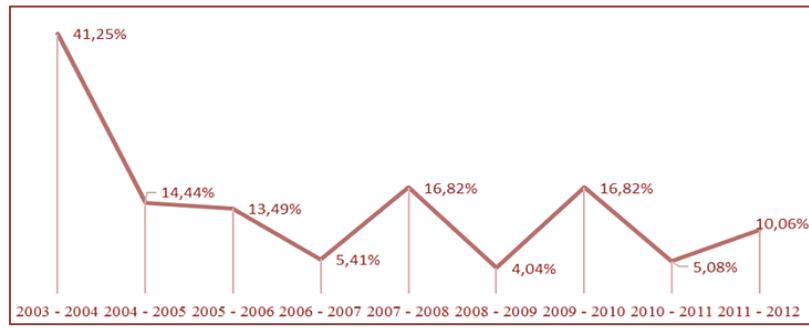
Figura 1- Quantidade produzida do fruto in natura (Tonelada) – Pará



Fonte: SEDAP (2013)

Observando a Figura 1, percebe-se que a produção em 2005 foi de 415.921 toneladas e no ano de 2012, de 817.246 toneladas, representando uma evolução na produção em 9 anos de aproximadamente 96%, ressaltando que o maior crescimento produtivo entre esse período, ocorreu entre o ano de 2003 a 2004. Na Figura 2, consta a taxa de crescimento anual nesse intervalo de 2003 a 2012.

Figura 2 – Taxa de Crescimento da Produção (%)



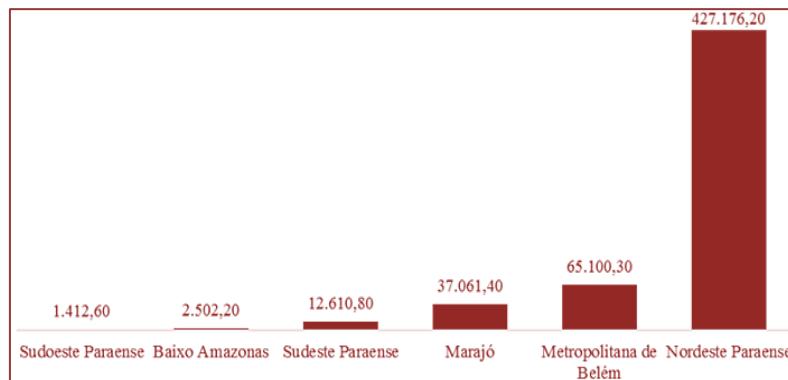
Fonte: SEDAP (2013)

Conforme pode-se verificar nos indicadores da Figura 2, houve crescimento da produção in natura do açaí em todos os anos do horizonte de tempo analisado. Isso evidencia o avanço produtivo desse insumo, tendo uma taxa de crescimento médio de 13,49% ao ano chegando a uma produção no ano de 2012 de 817.246 toneladas.

4.2. PRODUÇÃO DAS MESORREGIÕES PARAENSES

O estado do Pará é constituído de seis mesorregiões, sendo elas: Baixo Amazonas, Marajó, Metropolitana de Belém, Nordeste Paraense, Sudeste Paraense e Sudoeste Paraense. Todas elas contribuem de modo considerável na produção de açaí no estado, no entanto a mesorregião que mais se destaca, é a do Nordeste Paraense que de 2003 a 2012 teve sua produção correspondendo a aproximadamente 78,2% da produção do estado do Pará. Na Figura 3, consta informações sobre a média da produção de açaí por mesorregião ainda no período entre 2003 a 2012. A partir das informações contidas na Figura 3, ficará evidente a importância da mesorregião nordestina para a produção de açaí no estado do Pará, tendo em vista que concentra os principais municípios que produzem esse insumo. Além disso, para representar a superioridade produtiva da mesorregião em questão frente as demais, sua produção é aproximadamente 6,5 vezes maior que a produção da mesorregião metropolitana de Belém que ocupa o segundo lugar na produção do açaí no estado.

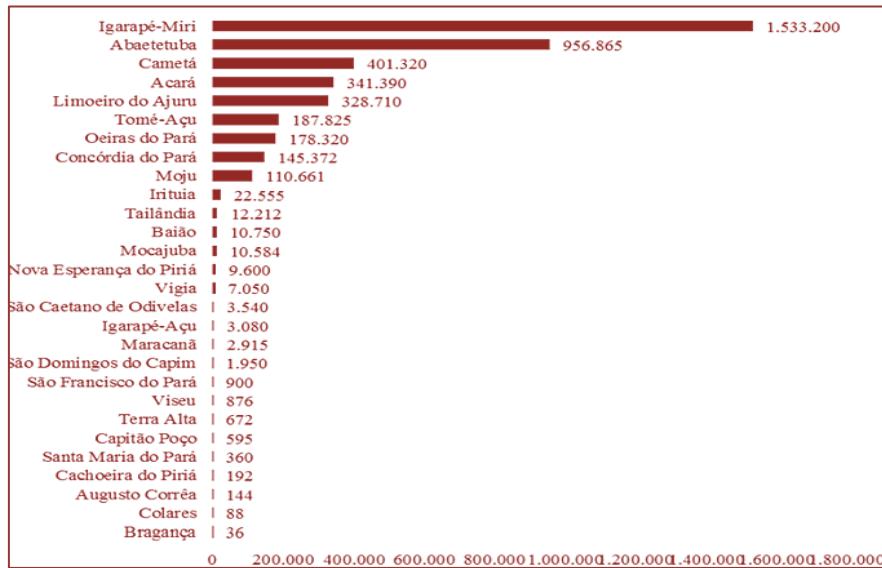
Figura 3 - Produção média de Açaí por Mesorregião (Toneladas)



Fonte: SEDAP (2013)

Em face do destaque da mesorregião nordestina na produção do açaí paraense, na Figura 4 apresenta-se a produção acumulada desse insumo no período de 2003 a 2012 por município dessa mesorregião.

Figura 4 - Produção de açaí pelos municípios da mesorregião do Nordeste Paraense (toneladas)



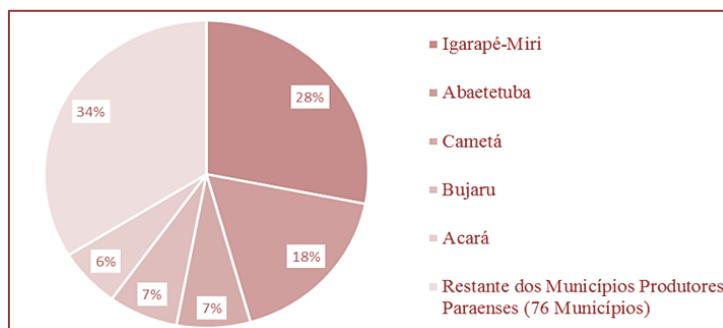
Fonte: SEDAP (2013)

É importante ressaltar, por mais que a mesorregião do Nordeste Paraense seja constituída de 49 municípios, apenas 28 contribuem com a produção de açaí. Ademais é necessário acrescentar que de acordo com o observado na Figura 4, os municípios de Igarapé-Miri junto ao de Abaetetuba, se destacam com relação aos outros municípios, chegando a acumular juntos, aproximadamente 58% da produção dessa mesorregião nesse período de 2003 a 2012.

4.3. PRODUÇÃO DOS MUNICÍPIOS PARAENSES

O estado do Pará é constituído de 144 municípios, desses apenas 81 contribuem com a produção do fruto açaí no estado. A seguir, será apresentado na figura 5 os cinco municípios de maior produção, sendo Igarapé-Miri, Abaetetuba, Cametá e Acará da mesorregião do Nordeste Paraense e o município de Bujaru da mesorregião Metropolitana de Belém.

Figura 5 - Ranking dos cinco Municípios de maior produção de açaí no estado do Pará



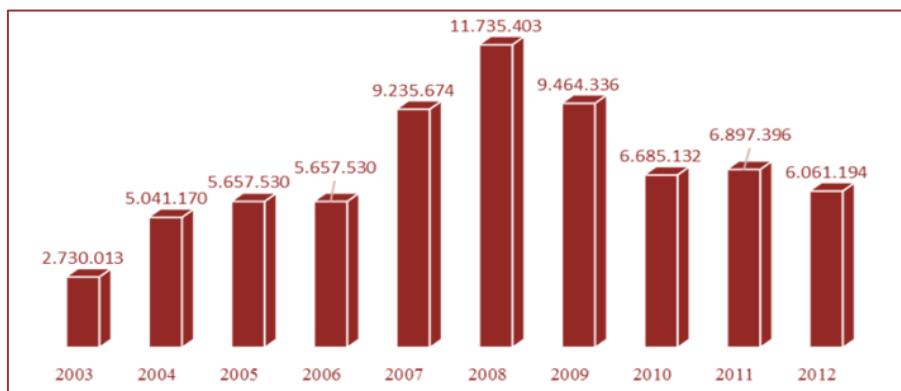
Fonte: SEDAP (2013)

Mais uma vez constata-se a soberania produtiva do açaí na mesorregião nordestina do Pará, visto que dentre os cinco municípios mais produtivos, quatro estão na referida mesorregião. A partir dos dados expostos no gráfico da Figura 5, evidencia-se que apenas esses cinco municípios juntos, concentram aproximadamente 66% da produção do fruto no estado, tendo um montante entre esse período de 2003 a 2012 de 3.602.699,1 toneladas. Entre esses municípios, Igarapé-Miri demonstra sua superioridade produtiva, chegando a uma produção média de 153.320 toneladas de açaí por ano, correspondendo a aproximadamente 28% da produção média do estado do Pará.

4.4. EXPORTAÇÃO DE POLPA BENEFICIADA DE AÇAÍ PELO ESTADO DO PARÁ

O Brasil se destaca frente a muitos países com relação a exportação de insumos agrícolas no mercado internacional. É importante citar, que o estado do Pará contribui consideravelmente sendo ele, o principal estado que exporta o insumo açaí no Brasil, tendo em vista ser o maior produtor e beneficiador desse fruto entre os estados Brasileiros. A partir da análise do gráfico a seguir, ficará evidente a quantidade de polpa do açaí exportada em quilogramas por ano, entre o período de 2003 a 2012.

Figura 6 - Quantidade de polpa exportada de açaí pelo estado do Pará (Kg)



Fonte: TAVARES e HOMMA, 2015

O destino desse insumo está dividido entre os países; Estados Unidos, Japão, Abu Dhabi, Alemanha, Angola, Argentina, Austrália, Bélgica, Canadá, China, Coréia do Sul, Dinamarca, Emirados Árabes Unidos, Eslováquia, Estônia, França, Holanda, Inglaterra, Israel, Noruega, Nova Zelândia, Peru, Porto Rico, Portugal, República Tcheca, Rússia, Singapura, Suécia, Suíça, Taiwan e Uruguai. Desses 31 países, o Estados Unidos e o Japão, concentram a maior parte da exportação desse fruto, chegando a um percentual em 2012 respectivamente de 84,65% e 10,12% do total exportado.

É dito por Tavares e Homma (2015) que em apenas 2012 foram exportados 6.061.194 kg de polpa de açaí, tendo como resultado um montante de mais de US\$ 17 milhões, com a crises nos Estados Unido e no continente europeu, em 2013 o mercado sofreu uma pequena retração. Ainda assim foram exportados 4.559.021 kg de polpa correspondendo a mais de US\$ 16,38 milhões. Em 2014 as exportações atingiram a cifra US\$ 22,523 milhões o em percentual representa 84% do total da pauta de exportação de sucos do Estado do Pará. O volume de 4.983.812 kg de produto, sinaliza uma tendência de aumentar no volume exportado.

5. CONCLUSÃO

Portanto, com a análise e averiguação dos dados expostos acima é notório e inegável a imensa capacidade tanto de plantio, cultivo como também de produção e exportação do açaí pelo estado do Pará, para as mais diversas finalidades. Apesar disso, o estado sofre com a falta de investimentos, seja no setor público, seja no setor privado que visem a melhoria significativa desse sistema socioeconômico, com grande potencial de aumento na produção em larga escala. Além disso, a determinação de números mais elevados, da oferta de produto, acima do patamar atual da produção poderia acarretar na redução do preço de exportação do produto. Tais circunstâncias podem influenciar no aumento de vendas, frente ao mercado internacional e

consequentemente melhorando sua competitividade com outros frutos no mercado externo. Em síntese, se tratando de açaí, o estado do Pará é o estado de maior produção. Concentra frutos com melhor qualidade e também é o maior beneficiador desse insumo no Brasil, tornando esse estado demasiadamente rico, não somente pelos produtos derivados do fruto, como ainda por toda cultura, culinária e teia socioeconômico decorrente de tal produção. Soma-se a isso, as grandes possibilidades de aprimoramento do sistema produtivo, com um maior investimento no setor de cultivo do fruto, que ainda sofre com a produção entre seu período de entressafra. Além disso, também há dificuldades na colheita e transporte desse insumo, por se encontrar em área de várzea, um local parcialmente alagado, sem infraestrutura para transporte do açaí, dificultando seu avanço entre os insumos de exportação do Brasil.

REFERÊNCIAS

- [1] NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIREDO, F. J. C.; MÜLLER, A. A. Açaí, Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005.
- [2] OLIVEIRA, M. do S. P de; FARIA NETO, J.T de; PENA, R. da S. P. Açaí: Técnicas de cultivo e processamento, Belém instituto Frutal, 2007.
- [3] OLIVEIRA, M. do S. P de; FARIA NETO, J.T de. Cultivar BRS-Pará: Açaizeiro para Produção de Frutos em Terra Firme, Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004.
- [4] PARENTE, V. de M; OLIVEIRA JÚNIOR, A. de R; COSTA, A. M. da. Açaí: Projeto Potencialidades Regionais - Estudo de Viabilidade Econômica, Instituto Superior de Administração e Economia ISAE/Fundação Getúlio Vargas (FGV), 2003.
- [5] SEDAP (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca). Disponível em: URL: <http://www.sedap.pa.gov.br/>. Acesso em: 28 set 2016.
- [6] SOUZA, J. E. O. de; BAHIA, P. Q. Gestão logística da cadeia de suprimentos do açaí em Belém do Pará: uma análise das práticas utilizadas na empresa point do açaí. VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2010.
- [7] TAVARES, G. S.; HOMMA, A. K. O. COMERCIALIZAÇÃO DO AÇAÍ NO ESTADO DO PARÁ: Alguns Comentários. Brasil, 2015.

Capítulo 18

Resultados da logística e exportações da laranja

André Luiz Arakaki Silva

Feliphe Santos Baranowski

Danilo Germano Santos

Resumo: O presente trabalho teve a intenção de estudar a operação portuária e o processo de exportação da laranja e, consequentemente, do suco de laranja, considerando que o Brasil é o maior exportador desse commodities e o maior produtor da fruta no mundo. As maiores exportações do produto são realizadas no Porto de Santos, onde o terminal é especializado do armazenamento ao embarque. O presente trabalho elucidou como se dá o processo de transporte utilizado para a exportação do produto. Durante o referencial teórico, o artigo demonstrou como mesmo em período pandêmico, o país ainda mantém a alta demanda de exportação. Para este trabalho foi utilizado o modelo bibliográfico, descritivo e exploratório, para realizar um levantamento de dados, auxiliando a elaboração e referencial deste artigo.

Palavras-chave: Operação Portuária, Exportação, Processo Logístico.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com as afirmações de Barros (2019) a citricultura no Brasil geram números muito significativos, além disso, possuem alta importância no setor econômico e social do país. A exportação do suco de laranja gera um Produto Interno Bruto (PIB) de US\$ 6,5 bilhões e cerca de 200 mil empregos, sejam eles diretos ou indiretos. O Brasil possui 61% de todo o suco de laranja produzido no mundo e se faz responsável por exportar 98% de toda a produção. Os números da citricultura brasileira impressionam (NEVES et. al., 2017).

A produção da laranja é um dos segmentos que mais geram empregos na agropecuária brasileira (SALOMÃO, 2018), por isso, o presente trabalho tem a intenção de aumentar os estudos que se referem sobre o mercado de exportação de laranja, com o objetivo de assim poder apresentar subsídios técnicos para orientar os agentes econômicos envolvidos nessa atividade produtiva, instituições financeiras.

Diante deste panorama, onde a produção da laranja vem ganhando espaço e seu crescimento é bastante promissor em todo o país (SOUZA, 2019), realizou-se essa pesquisa avaliando informações mercadológicas dessa cultura nos âmbitos internacional, nacional e estadual, abrangendo análise de tendência de preços e produtos.

A metodologia usada para a realização desse artigo foi por meio de pesquisas em sites, revistas e reportagem relacionados, puderam-se obter as informações necessárias para a elaboração do projeto. De uma maneira descritiva exploratória, com uma análise bibliográfica, buscou-se evidenciar em artigos já existentes como se dá a exportação da laranja e sua importância econômica e social para o país.

O presente trabalho identificou as especificidades da plantação, colheita e armazenamento da laranja e como influencia na qualidade do produto, influenciando assim os preços em todos os países. Fica identificado a importância de investimentos no setor agrícola visando a melhoria e eficiência aumentando assim automaticamente a produtividade e os lucros no setor em questão.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 TEMPOS ATUAIS

Hoje, existem mais de um milhão de hectares de plantas cítricas em nosso país. Desde a década de 1980, somos o maior produtor de laranja do mundo. O estado de São Paulo é responsável por produzir 70% da laranja e 98% do suco do Brasil. Laranjas são cultivadas em todos os estados brasileiros.

Com uma área de mais de 800 mil hectares, a laranja é a fruta mais cultivada no país. Em contraste, a área dos pomares de citros é 20 vezes maior que a dos pomares de maçã, 10 vezes a das plantações de manga e uva e quase o dobro da área das plantações de banana. Os pomares de laranja fora de São Paulo estão sendo plantados, e a área de plantio nesta área representa 70% da área total de plantio. As principais frutas cítricas do mundo têm destinos de produção diferentes, incluindo processamento industrial (produção de suco), consumo doméstico de frutas frescas e exportação de frutas frescas (CITRUSBR, 2018).

Vários setores têm entendido que quanto maior o investimento gerado, maior a rentabilidade e os benefícios inerentes à colheita. No momento, um grande investimento foi feito em equipamentos de alto desempenho, armazenamento de alta qualidade e exportações conscientes para atender aos padrões de segurança exigidos e preços competitivos de mercado (CITRUSBR, 2018).

Tudo isso para manter o negócio atual e atender à demanda. Embora enfrentemos baixa produtividade devido a pandemias em todo o mundo, ainda estamos analisando e avaliando os investimentos para manter o bom desempenho e aumentar a eficiência da safra. Além de investir em máquinas, o Brasil busca atualmente parcerias com grandes e pequenos exportadores, que possam aproveitar esse aumento de produção (CITRUSBR, 2018).

2.2 MEIO UTILIZADO PARA EXPORTAÇÃO E A QUEDA DO CONSUMO

A exportação do suco laranja é feita em navios graneleiros que tem a capacidade para 40 mil toneladas de suco e dotados de um sistema de tanque frigoríficos comparáveis aos *tank farms* do porto. A grande vantagem desse sistema, é a eliminação dos tambores como meio tradicional de estocagem, transporte e distribuição. Como se sabe, esses tambores, além do manuseio bastante trabalhoso, não retornam mais, encarecendo o produto final (SALOMÃO, 2019).

A Citrosuco possuem cinco navios quem compõe sua frota, sendo quatro próprios e um multicargo fretado, com capacidade total de aproximadamente um milhão de toneladas por ano. Todos são responsáveis pelo transporte do suco entre o terminal de Santos e os do exterior. De acordo com as estatísticas da associação, em 30 de junho de 2019, o estoque global de suco de laranja mantido pelas afiliadas da CitrusBR era de 253.181 toneladas. Com o processamento da safra 2019/20, foi 36% superior à safra anterior. Após vários meses de fortes embarques, esses estoques foram repostos para 471.138 toneladas no final de junho de 2020. Isso não significa que o volume de exportação cairá nesta safra, mas mostra que, considerando que alguns compradores já possuem estoque, não há necessidade de transferir os produtos para pontos de venda em todo o mundo por enquanto (CitroBr, 2018). Safras 2020/21 de laranja das principais regiões produtoras do mundo, localizadas no cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo / Sudoeste Mineiro.

Segundo projeção divulgada pelo Fundecitrus em dezembro do ano passado, a queda era de 30,36% em relação à safra anterior. A forte estiagem provocou redução da safra, a maior queda anual da safra desde 1988. Estima-se que a safra será de 26936 milhões de caixas, segundo o fundo de pesquisas do setor. Segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior (Secex, 2019), a CitrusBR disse que em termos de vendas, o valor total das exportações neste semestre foi de US \$ 680 milhões, o que representou uma redução de 35,9% em relação ao faturamento de julho a dezembro 2019. Em relação à safra anterior, as exportações brasileiras de suco de laranja aumentaram 17% nos primeiros dez meses da safra 19/20.

Segundo a Associação Nacional de Exportadores de Sucos de Frutas, essa safra é uma das maiores dos últimos anos Citrus (CitrusBR, 2020). Foram exportados 914,2 mil toneladas de produtos exportados, com vendas de 1,5 bilhão de dólares, um aumento de 4,5%.

Entende-se que com as medidas restritivas impostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS), as pessoas ficaram reclusas e se preocuparam em consumir mais produtos saudáveis e carregados de nutrientes.

A produtividade constatada foi de 1.045 caixas por hectare, o que totaliza uma diminuição de 6 caixas. Porém mesmo assim não deixou de ser um recorde. De acordo com o gerente-geral do Fundecitrus, Juliano Ayres, esse marco foi possível graças a uma convergência de fatores. “De um lado, produtores, que nas últimas décadas renovaram pomares adotando níveis tecnológicos mais elevados e ofereceram tratos culturais adequados, e do outro, a natureza, que, por meio do clima, possibilitou que as plantas atingissem o ápice do potencial produtivo em termos de frutos por árvore”, pontua.

2.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO LOGÍSTICO DA CHEGADA DA LARANJA DO CAMPO

Assim que os caminhões chegam do campo, as laranjas são pesadas em uma balança aferida, que é realizada periodicamente pelos agentes de fiscalização do Instituto de Pesos e Medidas do Estado do Paraná (IPEM-PR), logo depois desse processo, os caminhões seguem para o estacionamento para aguardar o momento do descarregamento da carga (CitroBr, 2018).

Após os caminhões entrarem na fábrica, passam por uma rampa onde descarregam as laranjas em um elevador de talisca que permite que os alimentos sejam transportados de forma rápida e eficaz, e por fim, para outro transportador de correia que alimenta os silos de frutas.

Nesse processo, as laranjas vão para as lavadoras de frutas, onde as laranjas ao mesmo tempo em que são escovadas recebem vários jatos d'água de alta pressão. Após serem lavadas, elas vão para outra máquina de roletes giratórios, onde é realizado a seleção manual, separando as frutas boas, das frutas inadequadas para o consumo (SALOMÃO, 2019).

Após a seleção e extração do suco através de ações mecânicas, o suco vai pra outra máquina, chamada de “Tubo Filtro” onde finalmente é filtrado e separado a polpa e demais impurezas presentes no suco, depois é separado suco e a polpa. O suco segue para o ‘tanque de alimentação do evaporador’ e a polpa é separada no Tubo Filtro, que logo após é levada até a área de Descarte.

Após a “Homogeneização” o suco é levado até a “Área de Entamboramento”. O suco concentrado é colocado dentro de dois sacos plásticos assépticos que vão dentro de um tambor metálico, após o enchimento das embalagens, as mesmas são armazenadas um local fresco e sem a ação da energia solar (CitroBr, 2018).

A maior região produtora da fruta no país atualmente é o interior de São Paulo, fazendo com que o cais santista acabe liderando as exportações nacionais do produto. De acordo com anunciado pela Companhia Docas do Estado de São Paulo (Codesp), somente no ano passado foram transportadas 1.974 milhão de toneladas de suco de laranja através do complexo. Por ser uma demanda muito grande e de alta movimentação, o cais santista tem 3 terminais só para essas cargas. Dois deles estão em áreas da União arrendadas: o da Citrosuco e o da Louis Dreyfus Commodities (LDC).

2.4 DESTINO DAS EXPORTAÇÕES

Houve um aumento nas exportações de 17% na safra 2019/20 em comparação com o ano anterior (Secex, 2019). Em faturamento o aumento é de 4,5% com um total de US\$ 1,525 bilhão enquanto na safra passada o faturamento foi de US\$ 1,458 bilhão.

Já para a Europa, somaram até a análise dos dados 635.602 toneladas, 25% a mais que o volume embarcado no mesmo período da safra anterior, 508.811 toneladas.

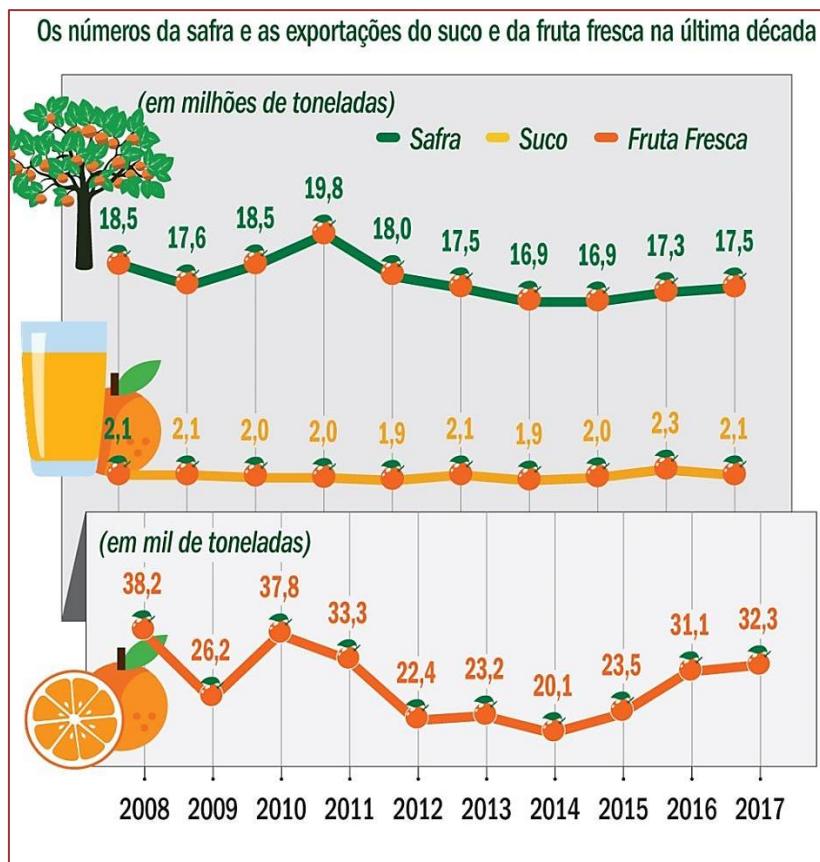
Para os Estados Unidos as exportações brasileiras fecharam com queda de 14% nos 10 primeiros meses do ano-safra, com volume de 147.693 toneladas. Enquanto isso, a China apontou alta de 36% nas importações de suco de laranja brasileiro, chegando ao volume de 37.132 toneladas ante 27.267 toneladas na safra anterior (Secex, 2019)

Por estar localizado no Estado mais desenvolvido do país, o porto de Santos se destaca na movimentação de diversos tipos de cargas das industriais às agrícolas. Entre elas, podemos citar o suco de laranja. É no interior de São Paulo que se concentra a maior região produtora da fruta no Brasil. Com isso, o cais de Santos acaba sendo líder nas exportações nacionais do produto.

Segundo a Companhia Docas do Estado de São Paulo (Codesp), gestora do Porto de Santos, em 2019 movimentou-se 1.974 milhão de toneladas de suco de laranja no complexo marítimo. Para tanto, o cais santista possui três terminais para a movimentação dessa mercadoria.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo de exportação de suco no Brasil chega a movimentar por volta de 17 bilhões de dólares em somente um ano, isso faz dele um importante e principal fator na economia brasileira. Entendeu-se através das pesquisas para a elaboração do presente artigo que o maior centro que exporta esse produto se localiza no Porto de Santos, por isso a maior empresa que atua nesse processo se encontra no terminal da cidade de Santos, litoral de São Paulo.

Figura 18 - Exportação laranja

Fonte: Revista Globo, 2021.

Levando em consideração os dados levantados para a pesquisa, a Europa e os Estados Unidos são os maiores compradores do suco de laranja do país, porém o mercado vem crescendo em todos os setores e ganhando espaço em todo o mundo, alavancando suas exportações, principalmente em relação à Ásia (Secex,2019).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme mencionado na literatura, entende-se que a inovação tecnológica assegura uma boa produção, também se faz de extrema importância a localização ser próxima a centros de matéria prima pois isso garante o sucesso na implantação. Como foi observado no presente artigo, hoje em dia existe uma grande preocupação desde a seleção de matéria prima até o descarte do produto, bem como o higiene e armazenagem do produto.

No mercado externo, o Brasil é o líder de vendas e consegue influenciar os preços do mercado fora do país. No caso da laranja em nosso país, novas técnicas foram ocorrendo devido a modernização da infraestrutura interna que foram sendo aperfeiçoadas ano após ano devido à pressão internacional. Inovações físico-químicas, mecânicas e biológicas foram de extrema importância para o progresso da importação e exportação da laranja.

O trabalho mostrou que esta combinação de fatores forma a dinâmica do movimento do circuito de produção da laranja no Brasil. O setor pretende se especializar tecnologicamente mais ainda no futuro, focando em lavouras cada vez mais saudáveis, produtivas e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- [1] BALLOU, R.H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. 5^a ed. Porto Alegre/SC: Bookman, 2006.
- [2] INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA A Economia da laranja Disponível em:
https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_suco_de_laranja.pdf
Acesso em: 22 outubro de 2021
- [3] NEVES, M. F.; LOPES, F. F. Estratégias para a laranja no Brasil. Editora Atlas. 2005
- [4] REVISTA GLOBO. Queda do consumo da laranja no mercado externo. Disponível em:
<http://revistagloborural.globo.com/>. Acesso em: 22 de outubro de 2021
- [5] SALOMÃO, R. Agro geral pouco mais de 7 mil empregos em julho. Revista Globo Rural, 2019. Disponível em:
<http://revistagloborural.globo.com/>. Acesso em: 22 de outubro de 2021
- [6] SAMPAIO, Fernando dos Santos. Made in Brazil: dinâmica sócio-espacial da indústria citrícola paulista. 2003. Tese (Doutorado). Programa de Pós Graduação em Geografia Humana. São Paulo. 2003.
- [7] SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR – SECEX. Disponível em:
https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_suco_de_laranja.pdf
Acesso em 18 de outubro de 2021.
- [8] SILVA, A. C. R.; ALMEIDA, G. M.; LOBATO, W. T. S.; ALMEIDA, F. S. S.; SOUZA, A. A. S.; VIDAL, D. J. F.; LIMA, E. S. F.; PEREIRA, W. C. Estudo da produção de laranja: detecção de características regionais com modelos de shift-share e derivada na região norte. Agroecossistemas, v. 9, n. 2, p. 164 – 183, 2017.
- [9] SOUZA, N. S.; LIMA, I. L.; SILVA, M. K. F.; CONCEIÇÃO, H. E. O. Perfil sócioeconômico dos produtores de mudas cítricas de uma comunidade em Capitão Poço, PA. Revista Agrarian Academy, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.5, n.10; p. 2018.
- [10] USDA. United States Department of Agriculture. Disponível em: <https://www.usda.gov/> Acesso em: 15 de outubro de 2021.
- [11] VASCONCELLOS, M. A. S. Economia: Macro e Micro. Editora Atlas S.A. São Paulo. 2007.
<https://canalrural.uol.com.br/noticias/laranja-safra-minas-gerais-sao-paulo-maior-anos-72194/> Safra minas gerais acesso em 17 de outubro de 2021
http://www.citrusbr.com/download/biblioteca/CitrusBR_Anuario_2017_alta.pdf Citrino e duas particularidades.
Acesso em 19 de outubro de 2021

Autores

AUTORES

RAFAEL ALVES PEDROSA (ORGANIZADOR)

Consultor de Gestão com enfoque em Logística Portuária e de Transportes, com graduação em Administração, Comércio Exterior, Logística e Transporte Multimodal e Gestão Portuária; Pós Graduação em Gestão de Comércio Exterior e Logística; Gestão Empresarial; Gestão, Docência e Tecnologias do Ensino Superior; MBA em Docência do Ensino Superior pela Fundação Getúlio Vargas - FGV; Mestre em Sustentabilidade de Sistemas Costeiros com dissertação voltada a Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos/SP; Doutorado em Planejamento e Gestão pela Universidade Federal do ABC (UFABC) com tese voltada ao impactos da expansão portuária do Porto de Santos na integração porto/cidade. Autor e organizador de livros e capítulos de livros relacionados a sua área de atuação. Coordenador de projetos de pesquisa e revisor de periódicos ligados as áreas de Logística e Comércio Exterior e planejamento territorial e urbano. Professor convidado de cursos superiores em EaD. Possui cursos de atualização nas áreas de Administração, Logística e Comércio Exterior, fez intercâmbio na Argentina adquirindo fluência no idioma Espanhol, além de participar constantemente de fóruns destinados a estas áreas. Coordenador do curso de pós graduação em Gestão Portuária e Operações Internacionais. Com experiências na coordenação de Logística e transportes em empresas multinacionais sendo responsável pelo planejamento de distribuição e Logística das regiões Sul e Sudeste do país. Tendo sido contemplado com o prêmio de Melhor ideia inovadora 2010 . Atuou ainda no papel de Coordenador de Operações Portuárias. Já na docência foi contemplado com o prêmio Mérito Docente por atuação acadêmica destacada e foi contemplado com o prêmio Dr. Milton Teixeira pela orientação do melhor trabalho de iniciação científica.

ALDÍRIO SÉRGIO RODRIGUES

Tecnólogo em Processos Gerenciais e Logística, com MBA em Lean Manufacturing. Atua com processos de produção agrícola, no setor de apicultura.

ALEXANDRE DA SILVA FRANCISCO

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Luterana do Brasil – ULBRA. Atua na área de Engenharia de Produção.

ALEXIA NAIANA MELO MONTEIRO RAMOS

Graduada em Administração pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (2019). Esteticista e Empreendedora, tem experiência na área de Administração com ênfase em Gestão de Pessoas, Estratégia e Empreendedorismo, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão de pessoas, empreendedorismo e qualidade nos serviços.

ANDREA KALIANY DA COSTA LIMA

Doutora em Administração Estratégica pela PUC-PR (2016); Mestre em Administração pela Universidade Potiguar (2010); Graduada em Administração pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (2000). É Professora do curso de Administração da UERN. Membro do Grupo de Pesquisa em Tecnologia, Empreendedorismo e Administração de Recursos Humanos - TEAR. Membro do Centro de Incubação Tecnológica do Semiárido - CITECS.

CELESTE JOSÉ ZANON

Doutor e mestre em Estratégia de Operações, especialista em Gestão da Produção e Engenheiro Químico pela UFSCar. Possui pós-graduação em Gestão Empresarial pela FEA-USP. Atualmente é professor associado do Departamento de Gerontologia da UFSCar. Algumas de suas linhas de pesquisa residem em estratégias de marketing para o público sênior e gestão de operações de serviços em saúde. Atuou em cargos gerenciais por mais de 16 anos na Faber-Castell Brasil desenvolvendo trabalhos nas áreas de novos produtos e processos, gestão de operações, logística e planejamento.

AUTORES

DAVI GUIMARÃES SOARES

Engenheiro de Produção, Especialista em Gestão de Projetos e Mestre em Produção e Gestão Agroindustrial. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, Gestão de Contratos, Logística, Gestão Orçamentária em Projetos de Obras de Arte Especiais (OAE).

DEVANILDO BRAZ DA SILVA

Graduado e Mestre em Administração, especialista em Gestão de Projetos. Atua como docente de ensino superior na Faculdade de Tecnologia SENAI Campo Grande, nos cursos superiores tecnológicos em Automação Industrial, Logística e Processos Gerenciais.

EMERSON JOSÉ DE PAIVA

Possui graduação em Matemática pelo Centro Universitário do Sul de Minas (1991), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá (2008), na área de Pesquisa Operacional (Programação Não-linear) e Projeto de Experimentos e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Itajubá (2012) na área de Projeto e Fabricação. Tem experiência em Ciência da Computação, com ênfase em Arquitetura de Sistemas e, atualmente, é professor de Otimização e Simulação da Universidade Federal de Itajubá, Campus Itabira. Participa do Grupo de Otimização da Manufatura, atuando no desenvolvimento de métodos de otimização estocástica multivariados. Áreas de interesse: Estatística Multivariada (Análise de Componentes Principais), Simulação, Otimização, Metodologia de Superfície de Resposta e Projeto de Experimentos.

FERNANDO CELSO DE CAMPOS

Professor e Pesquisador no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) - UNIMEP, Campus Taquaral, Piracicaba, SP.

GIULIA MARIA FERREIRA

Estudante de Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Salesiano de São Paulo - UNISAL.

HELEN SILVA GONÇALVES

É Professora Associada I do Departamento de Administração da Universidade Federal da Paraíba (UFPB - Campus I - João Pessoa) na área de Produção e Operações. É Doutora em Engenharia de Produção na área de Liderança em Gestão de Projetos pela Universidade Federal de Pernambuco (2007-2009) e Mestre em Engenharia de Produção na área de Planejamento Estratégico e Sistema de Gestão da Qualidade pela Universidade Federal de Pernambuco (2005-2006) (Conceito CAPES 7), Bacharel em Administração pela Universidade Federal de Campina Grande (2003), na área de Estratégia. Possui MBA em Gestão Financeira e Auditoria, com foco na área de Contabilidade de Custos. Atualmente realiza pesquisas com estudantes da área de tempos e movimentos; previsão de vendas; e gestão de estoques, com foco em pequenas e médias empresas.

HENRIQUE DUARTE CARVALHO

Possui graduação em Ciências Econômicas pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2002), mestrado em Economia pelo Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais (2005) e doutorado em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (2011). Atualmente é professor adjunto na Universidade Federal de Itajubá - Campus Avançado de Itabira. Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Crescimento e Desenvolvimento Econômico, atuando principalmente nos seguintes temas: elaboração de estudos e pesquisas econômicas aplicadas, indicadores de atividade econômica, análise de dados e métodos quantitativos.

AUTORES

HUDSON DO VALE DE OLIVEIRA

Doutorando em Administração no Programa de Pós-Graduação em Administração da UDESC. Faz parte do Núcleo de Inovações Sociais na Esfera Pública (NISP), atuando, também, no Observatório de Inovação Social de Florianópolis (OBISF). Doutor e Mestre em Agronomia pela UEL e pela UEM, respectivamente. Especialista em Gestão de Cooperativas pela UFRR. Graduado em Agronomia pela UFERSA, em Administração pela UERN e em Comunicação Social (Jornalismo) pela UFRR. É Professor Efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima (IFRR), Campus Boa Vista Zona Oeste (CBVZO). Possui experiência e interesse de projetos nas seguintes áreas: Agronegócios, Sustentabilidade, Cooperativismo, Gestão de Pessoas, Gestão Pública, Inovação Social e Educação.

JOÃO PIRES DE OLIVEIRA

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Atuando como Consultor em Engenharia de Produção.

LÉONY LUIS LOPES NEGRÃO

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará (2003), mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (2009) e doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (2016). Atualmente é Professor Assistente IV do Departamento de Engenharia de Produção e Diretor de Planejamento Estratégico da Universidade do Estado do Pará. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Planejamento, Projeto e Controle de Sistemas de Produção, e Engenharia Econômica, atuando principalmente nos seguintes temas: PCP, Lean Manufacturing, Gestão de Estoques, Gestão de Custos e Avaliação de Projetos.

LÍLIAN DANNIELY DE SOUSA

Graduada em Administração pela Universidade do Rio Grande do Norte (2020). Técnica bancária de carreira. Tem experiência na área de Administração com ênfase em Gestão Financeira, Gestão de Pessoas e Estratégia, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão de pessoas, financeira e qualidade no atendimento.

MACÁLISTON GONÇALVES DA SILVA

Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, possui mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas e graduação em Engenharia de Produção Mecânica pela UNISINOS. É professor pesquisador em Engenharia de Produção pela Universidade Luterana do Brasil - ULBRA.

MARIA JOSÉ PEREIRA DANTAS

Possui graduação em Matemática pela Universidade Católica de Goiás (1988), especialização em estatística pela PUC-MG (1992), Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal de Goiás (2000), e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade de Brasília (2008). Atualmente é professora adjunta na Escola Politécnica da PUC-GO, atuando na graduação nos cursos da área das ciências exatas e da terra e engenharias; e na pós-graduação, no Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas. Atua nas linhas de pesquisa de probabilidade, estatística, modelagem e simulação de sistemas. Tem experiência nas áreas de estatística aplicada, Engenharia Elétrica e Ciência da Computação, com ênfase em predição, simulação e otimização.

MARINA FONSECA MARTINS DE MELO

Bacharelado em Administração pela Universidade Federal da Paraíba (2022). Participou do Programa de Monitoria para o Ensino Remoto na disciplina de Pesquisa Operacional (2020).

AUTORES

Atualmente atua como auxiliar administrativa em empresa do setor privado. Tem experiência na área de Administração Financeira e Gestão de Processos.

MARINA PIMENTA FREITAS

Graduanda em Engenharia de Produção, pela Universidade Federal de Itajubá, Campus de Itabira, tem experiência em gestão da produção de café de montanha. Em seu TCC, apresentou um estudo comparativo entre os custos de produção da lavoura manual, altamente impactada pela mão-de-obra escassa e não qualificada, e o de preparo de terrenos de relevo acidentado para o recebimento da lavoura semi-mecanizada.

MAURÍCIO NUNES MACEDO DE CARVALHO

Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, possui mestrado em Engenharia de Produção e graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. É professor pesquisador em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA.

MILLA REIS DE ALCÂNTARA

Possui graduação em Administração pelo Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (2005). MBA em Gestão Estratégica do Agronegócio pela Fundação Getúlio Vargas/SP (2008). Mestra pela Faculdade de Engenharia Agrícola - FEAGRI/UNICAMP (2013), na área de Planejamento de Desenvolvimento Rural Sustentável. Doutora pela Faculdade de Engenharia Agrícola - FEAGRI/UNICAMP (2017), na área de Gestão de Sistemas na Agricultura e Desenvolvimento Rural. Atualmente Professora Substituta na Universidade do Estado do Pará - UEPA. Atuando nos seguintes temas: Gestão Empresarial e Financeira, Desenvolvimento de Novos Produtos e Marketing, Introdução à Economia, Marketing, Empreendedorismo, Mercadologia e Administração para Engenharia.

NEWTON SALVADOR GRANDE NETO

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Católica Dom Bosco (Campo Grande, 2013), mestrado em Engenharia Mecânica na área de Materiais e Processos de Fabricação pela Universidade Estatal Paulista "Julio de Mesquita Filho" (Ilha Solteira, 2016) e doutorado em Engenharia Mecânica na área de Materiais e Processos de Fabricação pela Universidade Estatal Paulista "Julio de Mesquita Filho" (Ilha Solteira, 2021). Atualmente é professor e coordenador do Curso de Tecnologia em Automação Industrial da FATEC SENAI CAMPO GRANDE.

NILTON OTÁVIO DE OLIVEIRA GOMES

Graduado em Administração de Empresas e pós-graduado em Gestão Ambiental pela Faculdade de Administração e Negócios (FANESE), MBA Executivo em Finanças pelo Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais (IBMEC - RJ), pós-graduação em Gestão Pública pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), MBA em Varejo pela Fundação Instituto de Administração (FIA - SP) e Mestrando em Administração e Controladoria pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Business Strategy pela University of Verne (EUA). Foi Diretor da Legislação Aplicada ao Meio Ambiente na Prefeitura Municipal de Aracaju, trabalhou como Consultor, Instrutor e Palestrante em Gestão Organizacional pela FALCONI Consultores de Resultado e pelo Instituto Aquila com forte atuação em gestão por processos, alinhamento estratégico de metas, elaboração e gerenciamento de orçamento de receitas e despesas em empresas como Cargill, Sanofi, Mills, Energia Sustentável do Brasil, ASA indústrias entre outras. Atualmente é Diretor Administrativo da rede de Farmácias Pague Menos responsável por Procurement, Gestão Imobiliária e Serviços Compartilhados.

AUTORES

PAMELA ADELINO RAMOS

Pós-doutorado em Engenharia da Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (2019). Atua na Universidade Federal da Paraíba no Departamento de Administração. Tem experiência na área de Administração e Engenharia da Produção, com ênfase em Administração de Empresas e Gerência da Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: Pesquisa Operacional. Administração da Produção, Gestão da Qualidade e Gestão de Projetos; Desenvolvimento Humano e Trabalhabilidade; Finanças e Economia; Vulnerabilidade social e Comportamento. Líder do GPTS - UFPB (Grupo de Pesquisa em Trabalho e Sociedade).

PAULO HENRIQUE DE CAMPOS

Engenheiro de Computação pela PUC-GO 2021;Analista de Dados Júnior; Mestrando em Ciências da computação pela Unicamp; Na área de pesquisa operacional publicou os artigos: Algoritmo metaheurístico híbrido com frentes de pareto para planejamento de redes de telecomunicações - Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP 2021);estudo comparativo de meta-heurísticas aplicadas ao problema leasing k-median - Conferência Ibero Americana Computação Aplicada (CIACA 2021)

ROBERTO GIRO MOORI

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1980), mestrado em Engenharia (Engenharia de Produção) pela Universidade de São Paulo (1989), doutorado em Engenharia (Engenharia de Produção) pela Universidade de São Paulo (1993), pós-doutorado em Administração pela University of Bath, Inglaterra (2003) e em Logística e Engenharia da Informação pela Tokyo University of Marine Science and Technology, Japão (2010). Professor titular da Universidade Presbiteriana Mackenzie e desde 1999 é professor do programa de pós-graduação stricto senso em Administração de Empresas da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Tem experiência nas áreas da Engenharia da Produção e da Administração de Empresas, com ênfase em Operações Industriais, Logística, Gestão da Qualidade e Produtividade, Administração de Materiais, Administração da Produção, Gestão da Cadeias de Suprimentos, Alinhamento Estratégico em Cadeias de Suprimentos, Cadeia de Suprimentos Verde e Economia Circular, Tecnologias Digitais (IoT, Big Data Analysis, BlockChain, Cloud Computing) e Inteligência Artificial (Redes Neurais, Machine Learning, Algoritmo Genético e Autômato Celular) aplicadas à Logística e Cadeias de Suprimentos, atuando principalmente em temas de bases teóricas: Capabilidades Dinâmicas, Estratégias Empresariais, RBV, Teoria de Custos de Transação e Vantagem Competitiva.

ROBERTO RAMOS DE MORAIS

Graduado em Engenharia Mecânica pela FEI (1983), mestrado em Engenharia de Produção - área Logística pela Escola Politécnica da USP (2004) e cursando o programa de doutorado da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Atualmente é professor da Universidade Presbiteriana Mackenzie e da Faculdade de Tecnologia do Centro Paula Souza, campi Carapicuíba e Zona Leste. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Suprimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: simulação discreta, dinâmica de sistemas, logística, suprimentos, modelagem, estoques e sistemas de produção. Autor dos livros Logística Empresarial e Indústria 4.0: impactos na gestão de operações e logística. Pesquisando o uso de machine learning na cadeia de suprimentos.

RODRIGO LUIZ SILVA E SILVA

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Atuando como Consultor em Engenharia de Produção.

AUTORES

TATIANE CASTRO DE OLIVEIRA MOHR

Graduanda em Administração pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (2022). Estagiária do SEBRAE/RN (2020 à 2022). Monitora da Disciplina: Iniciação Empresarial e Chefia & Liderança (2020.2, 2021.1, 2021.2). Atualmente é Secretária Executiva MOGE (Mossoró Oil & Gas Expo). Tem experiência na área de Administração com ênfase em Gestão de Pessoas, Estratégia e Empreendedorismo.

THAYS HELENA DO CARMO DE JESUS

Graduanda em Gerontologia pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. Membro do Grupo de Pesquisa Estratégias de Marketing e Operações em Gerontologia - EMOG. Tem experiência na área de Gerontologia, atuando principalmente em Qualidade de Serviços Gerontológicos.

VALDOMIRO ROBERTO DAMACENO NETO

Estudante de Engenharia de Computação pela PUC-GO;Analista de Dados Júnior;Na área de pesquisa operacional publicou os artigo: nsga-ii com parâmetros adaptativos aplicado ao design de redes de telecomunicações - Simpósio Brasileiro de pesquisa operacional (SBPO2021);Algoritmo metaheurístico híbrido com frentes de pareto para planejamento de redes de telecomunicações - Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP 2021)

YURI CLEMENTS DAGLIA CALIL

Professor de Finanças e Métodos Quantitativos na Federal de Itajubá. Economista empírico que investiga os problemas econômico-financeiros enfrentados pelos agentes econômicos. Tem como objetivo identificar ferramentas, estratégias e políticas que ajudam a superar esses desafios.

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

@editorapoisson



<https://www.facebook.com/editorapoisson>

